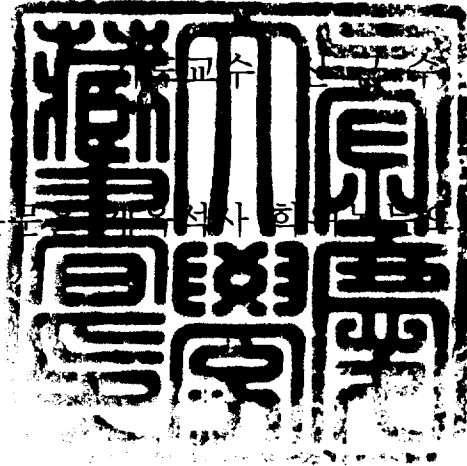


체육학석사 학위논문

운동과 사우나를 통한 흡연자의 Nicotine 및
Cotinine 배출농도의 비교연구



이 논문을 체육학석사 학위논문으로 제출함.

2006년 2월

부경대학교 대학원

체 육 학 과

박 원 덕

박원덕의 체육학석사 학위논문을 인준함.

2006년 2월 24일

주 심 교육학 박사 박 형 하



위 원 이학 박사 김 용 재



위 원 이학 박사 신 군 수



목 차

Abstract

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	4
3. 연구 문제	4
4. 연구의 제한점	5
5. 용어정리	5
II. 이론적 배경	7
1. 담배와 니코틴(nicotine)성분	7
2. 니코틴(nicotine)과 코티닌(cotinine) 대사	9
3. 땀(sweat)배출의 메카니즘	11
4. 사우나(sauna)와 땀(sweat)	12
5. 운동(exercise)과 땀(sweat)	14
III. 연구 방법	16
1. 연구대상	16
2. 연구기간	16
3. 측정항목	17
4. 실험도구 및 시약	17
1) 실험도구	17
2) 시약	18
5. 실험 방법	18
6. 시료(땀) 채취	20

7. 시료(땀)성분 분석	21
1) 시료의 전처리	21
2) 시료의 메틸화(Methylation)	21
3) 분석 방법	22
8. 실험대상자의 신체 측정	23
1) 체구성 측정	23
2) 체격 측정	23
9. 자료처리	23
IV. 연구결과	25
1. 니코틴 배출 농도	26
2. 코티닌 배출 농도	28
3. 니코틴과 코티닌간의 배출농도	30
V. 논의	32
1. 니코틴의 배출농도	32
2. 코티닌의 배출농도	34
3. 니코틴과 코티닌간의 배출농도	37
VI. 결론 및 제언	39
1. 결 론	39
1) 니코틴의 배출농도	39
2) 코티닌의 배출농도	40
3) 니코틴과 코티닌간의 배출농도	40
2. 제 언	41
참고문헌	42

표 목 차

표 1. 연구대상의 신체적 특성	16
표 2. 실험도구	17
표 3. 시 약	18
표 4. nicotine을 분석하기 위한 GC의 조건	22
표 5. cotinine을 분석하기 위한 GC의 조건	22
표 6. 니코틴 배출 농도	26
표 7. 니코틴 배출 농도의 이원변량 분석결과	27
표 8. 코티닌의 배출 농도	28
표 9. 코티닌 배출 농도의 이원변량 분석 결과	29
표 10. 니코틴과 코티닌간의 배출 농도	30
표 11. 니코틴과 코티닌간의 배출 농도에 대한 이원변량 분석결과	31

그림 목차

그림 1. Bruce Treadmill Protocol	19
그림 2. 시료채취용 패드의 신체 부착부위	20
그림 3. 니코틴과 코티닌 표준물질의 GC/MS 크로마토그램	25
그림 4. 니코틴의 배출 농도	27
그림 5. 코티닌의 배출 농도	29
그림 6. 니코틴과 코티닌간의 배출농도	31

A Comparative Study on the Elimination Density of the Smokers' Nicotine and Cotinine by Exercise and Sauna

Park, Won Duk

*The Department of Physical Education
The Graduate School
Pukyong National University
Directed by Professor Shin, Koon Soo, ph. D.*

Abstract

The purpose of this study was to compare and analyze the density of elimination of nicotine and its metabolite, cotinine by stimulation with exercise and sauna.

Among 16 undergraduates who had been smoking 20 ± 3 cigarettes per day for more than 5 years, the experiment group consisted of 8 students who exercised twice or three times per week regularly and the control group were others who did not exercise ordinarily. To investigate, these two groups had the exercise with treadmill, and sauna. The density of elimination of nicotine and cotinine was measured.

The results were as follows:

1) The density of elimination of nicotine

(1) In the experiment group, the density of elimination of nicotine is $455.33 \pm 127.23 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the exercise and $171.63 \pm 56.28 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the sauna. The statistic of exercise is $283.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of sauna and statistically significant ($p < .01$).

(2) In the control group, the density of elimination of nicotine is 1272.16 ± 621.49

$\mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the exercise and $517.67 \pm 238.54 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the sauna. The statistic of exercise is $754.49 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of sauna and statistically significant ($p < .01$).

(3) Without distinction of the way of perspiration, the density of elimination is $313.48 \pm 174.62 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in the experiment group and $894.92 \pm 598.84 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in the control group. The statistic of the control group is $581.44 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of the experiment group and statistically significant ($p < .01$).

(4) Without distinction between the experiment and control group, the density of elimination is $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in exercise and $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in sauna. The statistic of exercise is $519.10 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of sauna and statistically significant ($p < .01$).

2) The density of elimination of cotinine

(1) In the experiment group, the density of elimination of nicotine is $54.84 \pm 8.29 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the exercise and $9.83 \pm 3.89 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the sauna. The statistic of exercise is $45.01 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of sauna and statistically significant ($p < .01$).

(2) In the control group, the density of elimination of nicotine is $22.41 \pm 18.45 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the exercise and $8.95 \pm 2.93 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ during the sauna. The statistic of exercise is $13.56 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of sauna and statistically significant ($p < .05$).

(3) Without distinction of the way of perspiration, the density of elimination is $32.34 \pm 24.07 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in the experiment group and $15.68 \pm 14.54 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in the control group. The statistic of the experiment group is $16.66 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of the control group and statistically significant ($p < .05$).

(4) Without distinction between the experiment and control group, the density of elimination is $38.63 \pm 21.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in exercise and $9.39 \pm 3.36 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ in sauna. The statistic of exercise is $18.34 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of sauna and statistically significant ($p < .01$).

3) The density of elimination between nicotine and cotinine

(1) During the exercise, the density of elimination of nicotine is $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ and cotinine is $38.63 \pm 21.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$. The statistic of nicotine is $825.12 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ higher than that of cotinine and statistically significant ($p < .01$).

(2) During the sauna, the density of elimination of nicotine is $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}$

/μℓ and cotinine is $9.39 \pm 3.36 \mu\text{g}/\mu\text{ℓ}$. The statistic of nicotine is $335.29 \mu\text{g}/\mu\text{ℓ}$ higher than that of cotinine and statistically significant ($p < .01$).

(3) Without distinction of the way of perspiration, the density of elimination of nicotine is $604.20 \pm 524.90 \mu\text{g}/\mu\text{ℓ}$ and cotinine is $24.01 \pm 21.31 \mu\text{g}/\mu\text{ℓ}$. The statistic of nicotine is $580.19 \mu\text{g}/\mu\text{ℓ}$ higher than that of the cotinine and statistically significant ($p < .01$).

I. 서론

1. 연구의 필요성

건강을 위해서 금연, 절주, 규칙적 운동, 균형 잡힌 식사, 스트레스 해소 등 생활습관을 올바르게 가져야 한다는 것은 잘 알고 있는 사실이지만 그것을 지키기는 쉽지 않다. 특히, 흡연에 대한 심각성은 지속적으로 밝혀지고 있지만 그에 따른 흡연율의 감소는 미비한 실정이다.

우리나라의 흡연율은 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 전체 국가 중 15세 이상 남성 흡연율(57.38%)이 가장 높고, 여성 흡연율(5.1%)은 가장 낮은 것으로 알려져 있다(이동범, 하철수, 김명진, 김강윤외 1명, 2003). 최근, 금연에 대한 대국민적인 홍보와 정책시행으로 성인흡연자의 비율이 경감하는데 비해 흡연연령이 점차 낮아지고 있고 여성흡연율은 점점 증가하는 추세이다(이장한, 김선일, 임영식, 2003).

미국 환경보건청에서 조사된 담배연기에는 화학물질이 4000여종과 발암물질 또는 발암물질로 추정되는 물질이 60종 이상 포함하고 있으며 이러한 유해물질이 축적되어 심장질환이나 폐암 등의 원인이 된다고 보고하였다. (Taylor, Johnson & Kexemil, 1992). 특히, 담배를 피우지 않는 비흡연자도 담배 연기를 계속 흡입하게 되면 니코틴(nicotine)중독을 일으킬 수도 있으며, 또한 흡연자에서 뱀어 나오는 연기보다 더 독성이 강하고 발암성 물질도 많아 이로 인해 흡연자처럼 폐암(lung cancer)이나 폐기종(pulmonary emphysema)을 일으켜 거의 같은 비율의 사망율을 보인다고 한다(김진구, 2003).

담배에 존재하는 화학물질은 수천가지가 있으나 그 중 니코틴은 담배의 가장 중요한 유해물질이다. 니코틴은 담배중독의 원인이 되며 사람들로 하여금 장시간 다량의 흡연을 하게 된다. 담배 한 개비에는 10mg 정도의 니코틴이 들어있는데 이 중 흡수되는 니코틴 양은 1mg 정도이나 흡연 양상에 따라 3mg을 넘을 수도 있다(박준상, 김재수, 박중홍, 박세정외 2명, 2003).

니코틴은 신체 어느 곳을 통해서나 즉시 흡수되며 체내에서 생화학작용에 의해 다른 대사물질로 변화되어 독성이 경감되거나 소실되어 배설되지만, 일부 대사체는 오히려 대사 활성화(metabolic activation)가 일어나 발암물질의 원인이 된다는 보고가 있다. 그러나 발암물질을 일으키는 과정은 아직까지 정확한 이론을 규명하지 못하고 있다. 이것은 대사과정이 복잡한 메카니즘(mechanism)을 가지고 있고 많은 효소가 관여하고 있기 때문으로 사료된다(김진구, 2003).

코티닌(cotinine)은 니코틴의 주요 대사산물로 니코틴의 70% 정도가 탄소산화에 의해 코티닌으로 전환된다(Benowitz & Jacob, 1994). 체액의 코티닌은 혈액, 뇨, 모유 등의 신체의 다양한 체액 속에서 발견될 수 있으며(Jarvis, Russell, Benowitz & Feyerabend, 1988) 간에서 대부분 80~90%가 대사되고 일부가 폐에서 대사된다(최점숙, 2004).

흡연 여부를 판단하는데는 니코틴과 그 대사체인 코티닌을 분석하는 방법이 일반적이다. 그 중 코티닌은 약 16~19시간 정도로 보다 긴 반감기를 가지고 있는 반면 니코틴은 약 2시간 정도로 짧은 반감기를 가지고 있다(한완수, 김일광, 신호상, 서배석외 2명, 1997). 따라서 비교적 긴 반감기를 가지고 있는 코티닌은 흡연과 관련된 연구에서 흡연량, 금연자들에 있어 간접흡연 정도, 금연 여부 등을 확인함에 있어서 정량적인 지표로 많이 사용되고 있다(Benowitz, 1999).

땀은 신체활동에 의한 자극, 외부환경에 의한 자극, 심리적 자극 등에 의

해 뇌하수체 전엽이 흥분되면 뇌하수체 전엽이 자극을 받아 교감신경이 흥분되고 부신피질 호르몬의 일종인 아드레날린(adrenaline)이 분비되면서 땀샘을 자극하여 땀을 흘리게 된다(김영수, 김병로, 1998).

운동과 사우나시 땀을 발생시키는 생리적 메카니즘은 서로 다르다. 운동시 땀을 흘리는 것은, 유산소성 에너지 대사과정에서 탄수화물이나 지방을 연료로 하여 에너지를 얻는 과정에서 생성되는 열을 효과적으로 배출시키는 것이며 사우나시 땀을 흘리는 것은 외부환경의 온도가 증가하여 발생하는 것으로서 정상적인 에너지 대사과정에서 발생된 체열을 발산시키기 위한 것은 아니다(김병로, 2000). 이러한 배경에서 볼 때 전혀 움직이지 않은 상태에서 외부온도 상승으로 인한 땀과 능동적으로 운동하면서 흘리는 땀 속에는 여러 차이가 있을 것이라는 것을 알 수 있다.

그러나 지금까지의 연구는 운동을 통한 발한과 외부온도의 상승에 따른 발한성분 중 전해질, 혈액 및 생리적 반응에 관한 연구가 많이 이뤄지고 있으나 흡연자를 대상으로 운동과 사우나를 통해서 담배유해성분의 배출농도를 분석한 연구는 미비한 실정이다. 다만, 황수관과 최건식(1994)의 운동 처방과 건강에서 사우나시 인체에 필요한 주성분인 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인 등이 땀을 통해 배출되며 운동시에는 노폐물, 발암물질, 중금속, 납성분 등이 땀을 통해 배출된다고 하였으나 이에대한 구체적인 자료나 선행연구가 미비하기 때문에 이와 같은 주장은 아직까지 검증되지 않은 가설수준에 머물고 있는 실정이다(김병로, 2000). 또한 지금까지의 땀을 통한 니코틴 연구는 니코틴의 배출량을 측정하는 양적측정(量的測定) 보다는 흡연여부를 평가하는 질적측정(質的測定)이 대부분이었다.

따라서 본 연구에서는 담배 유해성분 중 흡연여부를 판별함에 있어 가장 널리 활용되고 있는 니코틴과 대사물질인 코티닌을 이용하여 운동과 사우나를 통해 얼마나 많은 양이 배출되는지에 대한 유효한 효과를 검증하고

일반 흡연자들의 바람직한 발한방법을 알아보기 위해 일반대학생 흡연자 중 운동집단과 비운동집단을 대상으로 운동과 사우나를 통한 니코틴 및 코티닌 배출농도를 비교·분석하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구는 흡연자에게 운동에 의한 신체자극과 사우나에 의한 외부 환경적인 자극을 주어 체외로 배출되는 땀을 통해 니코틴과 대사물질인 코티닌의 배출농도와 그 차이를 비교 분석하고 나아가 지속적으로 운동을 하는 운동집단과 지속적으로 운동을 하지 않는 비운동집단을 대상으로 운동과 사우나를 통한 니코틴 및 코티닌의 배출농도와 그 차이를 비교 분석함으로써 운동과 사우나시 유해물질 배출의 효율성을 규명하여 흡연자의 건강관리에 있어 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

3. 연구 문제

본 연구에서 운동과 사우나를 통해 흡연자의 땀속에 배출되는 니코틴과 대사물질인 코티닌을 분석하기 위한 연구문제는 다음과 같다.

1) 운동과 사우나를 통한 흡연자의 땀성분에 니코틴 및 코티닌 배출농도와 그 차이를 밝힌다.

- 2) 운동과 사우나를 통한 니코틴 및 코티닌의 배출농도에 있어 지속적으로 운동을 하는 운동집단과 운동을 하지 않는 비운동집단간의 차이를 밝힌다.
- 3) 운동과 사우나를 통한 니코틴과 코티닌간의 배출농도의 차이를 밝힌다.

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는 과정에 있어 다음과 같은 제한점을 두었다.

- 1) 연구대상자 개인의 유전 및 체질적 특성을 고려하지 않았다.
- 2) 실험 특성상 여성은 제외시켰다.
- 3) 고혈압, 당뇨 등 성인병 질환자는 제외시켰다.

5. 용어 정리

1) 니코틴(nicotine) : 담배 유해성분에서 중독성이 강한 물질이며, 주로 담뱃잎에 들어 있는 알칼로이드 성분이다. 무색의 액체이지만 공기에 닿으면 갈색이 된다. 수용성이며 독성이 강하여 신경 계통의 조직을 자극하고 마비시킨다.

2) 코티닌(cotinine) : 담배의 주성분인 니코틴이 대사되어 일정기간 몸 안에 남아 있는 물질로 체내 코티닌 양을 측정하는 것은 미국 법정에서 간접흡연에 노출됐음을 증명하는 방법 중 하나이다.

3) 가수분해효소(hydrolase) : 효소를 계통적으로 분류하였을때의 한 그룹의 명칭이다. 국제생화학연합에서는 효소의 분류와 명명에 관한 기준을 만들기 위해 위원회를 설립하고 1961년에 이 위원회에서 효소가 촉매로 작용하는 화학반응의 형식에 따라서 효소를 6가지로 분류하였다. 가수분해효소는 그 중 제3류에 주어진 명칭이다. 이 분류에 속하는 효소는 생체 내에서 이루어지는 여러 가지 가수분해반응에서 작용하며 그 수도 많고 또한 중요한 것도 많다. 가수분해효소류는 9개의 군으로 분류되어 있다

4) 알칼로이드(alkaloid) : 식물 속에 들어 있는 질소를 함유한 알칼리성의 유기물로써 모르핀(morphine) · 니코틴(nicotine) · 코카인(cocaine) · 키니네(quinine) · 카페인(caffeine) 등을 말한다.

5) 반감기(half life) : 일정량의 방사성원자핵이 처음수의 꼭 절반으로 줄 때까지 소요되는 시간을 말하며 그 물질 고유의 성질이 없어지는 척도가 된다.

6) 시토크롬(cytochromes) : 세포의 산화환원에 작용하는 색소단백질이다.

II. 이론적 배경

1. 담배와 니코틴(nicotine)성분

1988년 미국의 대통령 보건 자문기관인 보건총감(Surgeon General)은 20세기 초부터 시작된 담배의 중독성에 관한 연구를 종합하여 담배가 중독성이 있으며 담배의 니코틴(nicotine)이 중독을 일으키는 약물이며 헤로인(heroin)이나 코카인 같은 마약의 중독과 유사하다고 보고하였다(정광모, 서일, 오대규, 이광영외 2명, 2000). 여기서 중독(addiction)이란 약물복용행위를 통제할 수 없는 상태를 말하며 다른 말로는 약물 의존성(drug dependence)이라고 한다. 니코틴은 약물이며 거의 대부분의 사람이 정상적이고 건강한 생활을 해 나가는데 니코틴은 필요하지 않는 약물임에는 틀림없다(Benowitz, 1992).

니코틴은 무색 휘발성의 염기($pK_a = 8.5$)인 3차 아민으로 공기 중에 노출 시 갈색으로 변하고 담배 냄새를 유발한다. 그리고 신경절에서 자극제와 억제제로 모두 작용하는 유독한 알칼로이드로 담배로 인한 질병 발생률과 사망률이 계속 증가하는 이유가 바로 이 니코틴의 중독 효과 때문이다(이도훈, 2003). 담배를 피우면 약 7초 후에 니코틴이 뇌에 도달하는데 이런 빠른 작용 발현이 흡연 행동을 긍정적으로 강화시키며 이렇게 운반되는 니코틴의 양과 운반속도가 남용의 가능성을 결정하는 중요한자라 할 수 있다(정광모, 서일, 오대규, 이광영외 2명, 2000).

니코틴은 말초 및 중추신경계 외에도 심혈관계, 내분비계, 근골격계 기능에까지 영향을 미친다. 니코틴의 말초 효과는 부교감 신경계와 교감 신경

계에 있는 니코틴 콜린성 수용체를 자극하여 생긴다. 니코틴은 혈압을 5~10mmHg 상승시키고 맥박을 10~20/min 정도 증가시킨다. 또 심박출량, 관상동맥 혈류, 피부혈관 수축 등을 촉진시킨다. 이외에도 프로락틴(prolactin), 성장 호르몬, vasopression, 베타-엔돌핀(beta-endorphin), 코티솔(cortisol) 및 부신피질호르몬(adrenocorticotrophic hormone: ACTH)의 분비를 촉진시킨다(남궁기, 1999).

중추신경계에서 니코틴 수용체는 만성적 자극에 의해 탈감작(脫感作)되고, 조절의 윗 단계에 영향을 미쳐 수용체 밀도가 증가하며 증가된 수용체 밀도를 충족시키기 위해 니코틴이 포함된 담배를 더 피우게 되는 원인으로 보고 있다(정광모, 서일, 오대규, 이관영외 2명, 2000).

니코틴의 작용 중에는 교감신경의 활성화, 지질대사의 변화, 혈소판 응집, 과응고 등이 있으며 이것들은 심혈관계 질환의 발병에 영향을 미친다. 니코틴의 영향으로 엘라스타아제(elastase)를 많이 나오게 하고 폐포구조를 파괴하여 폐기종의 발달에 기여한다. 이미 폐질환이 있는 흡연자의 경우 니코틴에 갑자기 노출되면 기도와 말초기관지의 수축을 유발하여 폐기능을 악화시킬 수 있다(남궁기, 1999).

코티닌(cotinine)은 니코틴의 주요 대사산물로 니코틴의 70% 정도가 탄소 산화에 의해 코티닌으로 전환된다(Benowitz & Jacob, 1994). 코티닌은 혈소판활성인자(Platelet Activating Factor: PAF)의 가수분해효소(hydrolase)로 PAF의 회기율(turn-over rate)을 증가시켜 담배 유발성 동맥혈전증과 폐, 심장질환에 많은 작용을 하고 있는 것으로 알려져 있다(이도훈, 2003).

니코틴은 약 30분 정도의 짧은 반감기를 가지고 있는 반면, 코티닌은 비교적 긴 18~24시간 정도의 반감기를 가지고 있어 2~3일전부터 축적된 환경성 담배연기 노출을 반영할 수 있는 장점이 있으며 니코틴의 무독화 생성물질로의 전이를 안정적으로 측정할 수 있다(박남규, 정관수, 안선희, 김

강윤외 1명, 2003). 코티닌은 니코틴의 주요 대사산물로 니코틴의 70% 정도가 탄소 산화에 의해 코티닌으로 전환된다(Benowitz & Jacob, 1994).

인체에 노출되는 담배연기의 정확한 양을 측정하기 위한 지표물질에는 환경중의 담배연기에 대한 추정량을 제시하는 환경지표와 인간의 체내에 흡수된 양을 추정하는 생체지표가 있다. 환경지표물질로는 호흡성 분진, 니코틴, 일산화탄소(carbon monoxide), 이산화질소(nitric oxide), 방향족 탄화수소(aromatic hydrocarbon), 알데히드(aldehyde), 벤젠(benzene) 등이 주로 사용되고, 생체지표로는 혈중, 뇨중, 머리카락 또는 타액에 존재하는 니코틴과 니코틴의 대사물질인 코티닌을 측정하거나 혈중 4-ABP (adduct of Hemoglobin)을 측정하는 방법 등이 있다(Scherer & Richter, 1997).

니코틴과 코티닌은 중장기간의 흡연여부를 효과적으로 판정할 수 있는 물질이다(이도훈, 2003).

2. 니코틴(Nicotine)과 코티닌(Cotinine) 대사

니코틴은 폐, 구강 및 비점막, 피부, 장 등 신체의 어느 곳을 통해서나 즉시 흡수된다. 담배 연기 속에는 마이크론(micron)보다 작은 크기의 타르(tar)입자가 미세하게 존재한다. 니코틴은 산-염기(pH)에 따라 운반되는 정도가 달라지는데, 호흡기에서는 구강점막 또는 피부를 통해 즉시 흡수된다. 담배 흡연 시 구강내의 산-염기는 산성이므로(pH 5.5) 대부분의 니코틴은 이온화되기 때문에 구강점막에서의 흡수는 거의 일어나지 않는다. 그러나 폐에서는 폐포(alveolar)의 표면적이 크고 혈류공급이 많기 때문에 니코틴이 즉시 흡수된다. 씹는 담배, 코담배, 씹는 니코틴은 염기성이므로 점막을

통한 니코틴의 흡수가 활발히 일어난다(Haxby, 1995). 이렇게 몸속으로 흡수되는 양은 흡입된 니코틴의 약 25%로서 흡연량, 들여 마신 깊이, 들여 마신 기간 등이 크고 길수록 많아진다(민성길, 2002).

니코틴의 약 80%~90%가 체내에서 변형되는데 주로 간과 신장에서 대사되며 폐에서도 상당량의 대사가 이루어진다. 담배 한 개피는 약 7~8mg의 니코틴을 함유하고 있는데 이중에서 1mg 정도가 체내로 흡수된 후 신장에서 주로 코티닌으로 빠르게 산화되며 소량만이 nicotine-1'-N-oxide와 3-hydroxy-cotinine 및 복합대사물질(conjugated metabolites)로 대사된다(이도훈, 2003).

니코틴의 90%는 코티닌으로 대사된다(정광모, 서일, 오대규, 이관영외 2명, 2000). 니코틴에서 코티닌으로의 대사과정은 체내에서 두 단계의 과정에 의하여 진행되는데 시토크롬(cytochromes) P450(CYPs)에 의하여 니코틴이 nicotine- $\Delta 1'(5)$ iminium으로 전환되며 다시, 세포질 내 알데히드 산화제(cytosolic aldehyde oxygenase)에 의하여 이미늄이온(iminium ion)으로 코티닌이 전환된다(Kyerematen & Vesell, 1991). 코티닌의 13~17%는 대사가 되지 않고 그대로 뇨로 배설되며 나머지는 trans-3'-hydroxycotinine, 5'-hydroxycotinine, cotinine-N-oxide, cotinine methonium ion 등으로 대사된다. 이외에도 코티닌으로부터 발암물질로 알려진 니토로사민(nitrosamine) 등이 생성된다(이도훈, 2003).

니코틴의 흡연 후 혈중 최고농도는 25~50 μ g/ml이며 배설 반감기는 약 2시간 정도로(민성길, 2002) 혈액이나 뇨 뿐만 아니라 타액, 땀, 모발 등으로도 배출이 가능하다(이도훈, 2003).

또한, 코티닌은 혈액, 타액, 뇨, 모유, 정액 등 신체의 다양한 체액 속에서 발견되며(Vine, Hulka, Margolin & Truong외 4명, 1993) 담배를 많이 피우는 사람(heavy smoker)의 경우 뇨 중 또는 타액 중 금연 시작 후 10 μ g/ml 이하로

떨어지기까지 걸리는 시간이 3~7일로 다양하며 이는 초기 농도에 의해 좌우된다(Abrams, Follick, Biener & Carey외 1명, 1987; Carey & Abrama, 1988).

3. 땀(sweat)배출의 메카니즘(mechanism)

인체는 주위환경에 관계없이 일정온도를 유지하는 인체 내 매우 특별한 체온조절 기전(mechanism)을 가지고 있다. 체내에 존재하는 이러한 체온조절기전은 원칙적으로 방열(放熱)과 산열(散熱)의 균형을 통해서 이루어진다. 체온이 일정온도 보다 낮을 때에는 체내 열생산을 억제하거나 체내 열을 외부로 발산해야 한다. 체내에서 발생한 산열을 외부로 발산하기 위해서는 발한, 피부혈관 운동조절에 의한 복사, 폐로부터 수분증발에 의한 방법이 주로 이용되고 있다(강희성, 1986).

체온 변화에는 두 세트의 온도감지기인 중앙수용기(central receptor)와 말초수용기(peripheral receptor)에 의해 감지된다. 피부에 위치한 말초수용기는 주위 온도를 감지한다. 그것들을 시상하부와 대뇌피질로 정보를 전달하여 의식적으로 인식하게 만들며 따라서 온기와 냉기에 대하여 자발적으로 반응할 수 있다. 중앙수용기는 시상하부에 위치하며 혈액이 두뇌를 순환할 때 혈액의 온도를 감지(monitor)한다. 이러한 중앙수용기는 0.01℃ 같은 미세한 혈액 온도 변화에도 민감하다. 시상하부를 통과하면서 혈액 온도의 변화는 필요에 따라 체열을 보존하거나 제거하도록 반사작용을 유발시킨다(강희성, 김기진, 김태운, 김형목외 3명, 2001).

땀은 신체활동에 의한 자극, 외부환경에 의한 자극 그리고 심리적 자극 등에 의해 뇌 속 시상하부(hypothalamus)의 뇌하수체(hypophysis) 전엽을

홍분시킴으로써 분비된다. 뇌하수체 전엽이 자극을 받으면 교감신경은 흥분되고 부신피질 호르몬의 일종인 아드레날린이 분비되면서 땀샘을 자극한다(김영수, 김병로, 1998).

땀샘은 시상하부의 자극으로 조절되는데 혈액온도가 상승하면 시상하부는 교감신경섬유를 통해 인체표면에 널리 퍼져 있는 수백만개의 땀샘으로 자극을 보내게 된다(강희성, 김기진, 김태운, 김형목외 3명, 2001). 일반적으로 땀 배출 능력은 사람마다 매우 다른 것으로 알려져 있지만 신체적 특성과 대사율(metabolic rate)이 유사하고 동일한 환경에 노출된 경우에는 같은 양의 땀을 분비하는 것으로 밝혀져 있다(최명애, 황애란, 김희승, 1991).

땀은 혈액순환의 측면에서도 중요한 역할을 한다. 정상적인 환경에서 땀을 흘리는 것은 피부의 혈관이 확장되어 혈관이 잘 열린다는 것을 의미한다. 혈관이 잘 열리게 되면 모세혈관의 탄력성이 증가되어 간, 신장, 뇌, 근육 등의 신체 각 조직에 산소와 영양분의 공급이 쉬우며 대사과정에서 생성된 조직내의 노폐물을 효율적으로 제거할 수 있다(김병로, 2000).

그러나 발한량이 지나치게 증가하면 다량의 수분손실과 함께 무기질 및 미량원소들이 함께 배출되어 인체의 항상성을 파괴하고 pH, 전해질 및 체액의 불균형을 가져오게 된다(Meyer, Bar, MacDougall & Heigenhauser, 1992). 특히, 무기질 이온들은 유기체내 조절역할을 할 뿐만 아니라 세포내 화학반응을 조절하는 물질의 구성요소이기 때문에 비록 소량의 결핍이라 할지라도 신체조절의 이상을 초래하여 건강상 치명적인 장애를 일으킬 수도 있다(김병로, 조병훈, 강현식, 2000).

4. 사우나(sauna)와 땀(sweat)

사우나는 핀란드에서 유래되어 100년 이상의 역사를 가지고 있으며 최근

에는 한국, 일본, 미국, 캐나다 등 여러 나라에서 휴식, 대화, 오락의 공간으로 다양한 종류의 사우나가 널리 이용되고 있다(김유진, 박승환, 최창렬, 김형국의 6명, 1998).

사우나는 스트레스 해소, 미용, 피로회복 등에 좋다는 이유로 현대인에게 있어서 필요한 도구로 사용되고 있다. 하지만 체중을 줄여주고 운동 이상의 효과를 가져온다고 잘못 이해하는 사람들이 많다(박언휘, 김종기, 천영신, 정혁의 7명, 1998). 사우나를 통해 고온에서 땀을 흘리는 것은 외부환경의 온도가 증가하여 발생하는 것이므로 정상적인 에너지 대사과정에서 발생된 체열을 방산시키기 위한 것과는 다르다(김병로, 2000).

인체가 사우나의 높은 온도에 노출되면 여러 가지 정신적, 생리적, 생화학적 변화를 가져오게 된다. 이로 인해 혈압 및 맥박의 변화는 물론 피부의 온도를 낮추기 위해 순간적으로 많은 땀을 흘리게 된다. 이로 말미암아 생체의 항상성을 유지하기 위한 중요한 기전인 체액(fluid), 산-염기(pH), 전해질(electrolyte)의 불균형이 일어날 수 있으며 또한 호르몬(hormone)분비와 생체의 기전(metabolism)에 큰 변화를 가져올 수 있다(황수관, 전세열, 조수열, 1995).

사우나의 땀을 분석해 본 결과 체내에 필요한 성분인 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인 등이 함께 배설된다는 것이 밝혀졌다(황수관, 1997). 특히 체급별 경기에 출전하는 대부분의 운동선수들이 시합 전 급격한 체중감량을 위해 사우나에서 과도한 땀을 배출함으로써 체중조절을 하기 때문에 경기력에 직접적인 영향을 미칠 수 있다(박승환, 배치현, 임강일, 김한철의 5명, 1997).

사우나는 몸을 데우고 혈액 순환을 시킨다는 면에서 전혀 의미가 없다고 할 수 없지만 운동에 비할 수 없다. 또한 사우나를 통해 땀을 흘리게 되면 체지방은 별로 감소하지 않는다. 사우나를 할 때는 주로 체수분이 빠져나가고 체지방은 잘 빠져나가지 않는다. 그 이유는 사우나처럼 몸을 움직이

지 않는 상태에서 흡입된 산소의 양으로는 체지방을 소모하기에는 역부족이기 때문이다.(황수관, 1997).

오랜시간 동안 사우나실에 앉아 있으면 신체 표면의 모든 혈관들이 확장되고 확장된 혈관을 채우려면 많은 혈액량이 요구된다. 그 결과 두뇌로 흐르는 혈액의 양이 감소되어 산소공급의 방해와 심한 탈수 현상이 나타나게 된다(황수관, 전세열, 조수열, 1995). 사우나 입욕시 배출되는 땀의 양은 시간당 약 400~600g으로 보고된 바 있다(Hasan, Karvonen, & Piironen, 1967).

사우나 입욕시 최대의 피부온도는 43℃이며 심부온도는 천천히 증가하여 결코 41℃를 넘지 않게 된다(Hasan, Karvonen, & Piironen, 1967). 이는 생체 내 세포의 분자구조가 변화를 일으켜 파괴될 수 있는 온도가 42~45℃이기 때문이다(Shepard, 1968; Streffer, 1985).

5. 운동(exercise)과 땀(sweat)

우리 몸은 적절한 운동을 함으로써 각각의 기능이 정상으로 작용하도록 되어 있으며 적절한 운동은 하지 않으면 신체의 기능은 점점 악화되고 건강에 나쁜 영향을 주게된다. 그리고 운동은 세포 자체의 활동성을 높여 심장, 폐, 혈관, 근육 등 여러 세포로 이루어진 인체기관의 형태와 기능을 발달시켜주며 생리적 노화현상을 지연시키기도 한다(성봉주, 2002).

운동 시 에너지는 영양분과 산소가 결합하여 생성되는데 이 대사과정에서 자연적으로 발생하는 열을 효과적으로 방열시키기 위한 방법 중 거의 대부분이 발한에 의존하고 있는 것으로 나타나고 있다(임혜연, 2002). 운동 시 땀을 흘리는 것은 유산소성 에너지 대사과정에서 탄수화물이나 지방을

연료로 하여 에너지를 얻는 과정에서 생성된 열을 효과적으로 처리하기 위해 땀을 배출시키게 된다(김병로, 2000).

운동을 하면 특히 골격근의 대사율이 증가하므로 열이 발생하여 체온이 상승하게 되는데 이는 수행된 운동의 강도와 양에 비례한다(백일영, 2002).

운동 중에는 활동근의 열생성이 늘어나면서 전신적 열생성은 10배나 증대된다. VO_2max 의 75%의 운동에서 심부체온은 39°C 로 오른다. 심부체온은 운동을 하면 40°C 까지도 오를 수 있다고 한다. 활동 중의 근육온도는 직장온도(rectal temperature) 보다는 높아진다. 땀샘의 활성화에 수반되어 증발에 의한 열의 손실이 촉진되므로 운동중의 피부온도는 저하되게 된다. 그러나 심부체온과 달리 피부온도는 운동강도와는 그다지 관계가 없다(위승두, 1999).

운동을 통해 땀을 흘리게 되면 체지방 감소 및 체내 유해물질 배출효과가 뛰어나다. 체지방을 소모하기 위해서는 충분한 산소가 있어야 하므로 운동을 통해 더 많은 산소를 들어 마실 때 몸에 불필요한 많은 양의 체지방을 소모할 수 있다. 또한, 운동 시 땀속에는 노폐물, 발암물질, 각종중금속이 녹아있다. 몸 안에 나쁜 성분은 빠져나가고 좋은 성분은 고스란히 몸 안에 남아 있는 것이다. 더욱이 운동은 체지방 감소, 혈액 순환과 노폐물 제거뿐 아니라 체력을 기를 수 있는 효과도 있다(황수관, 1997).

땀은 일반인의 경우 열에 순화되지 않는 사람은 시간당 약 700ml 이상 흘리며 1~6주 이상 더운 날씨에 노출되어 있는 사람은 시간당 약 2ℓ 정도 흘리며 지구력을 요구하는 운동종목에서 훈련이나 경기를 할 때는 시간당 1.5ℓ의 땀 상실이 일어나고 아주 더운 날씨인 경우 우수한 선수들은 시간당 2.5~3ℓ 이상 땀을 흘리는 것으로 보고되고 있다(Guyton, 1991).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 연구대상은 5년이상, 하루 흡연량이 약 1갑인 부산광역시 P대학교 학생을 대상으로 주 중 2~3일, 하루 2시간 정도의 지속적인 운동을 하는 운동집단 8명과 운동을 하지 않는 비운동집단 8명을 선정하여 총 16명을 연구대상으로 하였다. 연구대상의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상의 신체적 특성

구 분		연령 (yrs)	신장 (cm)	체중 (kg)	체지방 (%)	체지방 (kg)	흡연수 (yrs)	1일흡연량 (Pc/day)
운동집단 (n=8)	M	24.62	172.21	70.89	18.16	56.68	5.63	20
	SD	0.52	1.92	3.21	5.03	2.68	0.52	3
비운동집단 (n=8)	M	25.5	173.01	72.70	19.81	53.06	6.37	20
	SD	0.53	2.76	6.08	6.14	7.53	0.73	3

* M : mean, SD : standard deviation

2. 연구기간

- 1) 연구주제설정 및 연구계획 : 2004년 10월 ~ 2004년 12월
- 2) 선행연구 및 자료수집 : 2005년 01월 ~ 2005년 05월
- 3) 실험 : 2005년 05월 ~ 2005년 06월
- 4) 자료처리 및 결과분석 : 2005년 07월 ~ 2005년 08월
- 5) 논문작성 : 2005년 09월 ~ 2005년 10월
- 6) 논문최종발표 : 2005년 11월 ~ 2005년 11월

3. 측정항목

- 1) 니코틴(Nicotine)의 배출농도
- 2) 코티닌(Cotinine)의 배출농도

4. 실험도구 및 시약

1) 실험도구

본 연구의 사용된 실험 도구 및 그 용도는 <표 2>와 같다.

표 2. 실험도구

실험의 도구	제작사 및 모델	용 도
GC/MS (gas chromatography-mass spectrometry)	Shimadzu사의 GCMS QP-5050A	니코틴 분석
	Shimadzu사의 GCMS QP-2010A	코티닌 분석
Teflon Tube	용량 15ml의 Falcon tube	땀 채집
Speed Vac	EYELA CVE-100D(Japan)	땀 농축
C ₁₈ -sep-pakcartridge	Agilent cat NO. 188-1350	시료 전처리
Treadmill	Marguete 2000	운동프로그램 적용
체성분 측정기	(주)바이오 스페이스사의 The Standard Body Composition Analysis Model : Salus	체성분 분석
체중계	삼화기계(Korea)	체중계측
신장계	삼화기계(Korea)	신장계측

2) 시 약

본 연구의 사용된 시약 및 그 용도는 <표 3>과 같다.

표 3. 시 약

시 약	제작사	용 도
니코틴 100mg	Sigma N0267	표준측정 (standard calibration)
코티닌 250mg	Sigma C5923	표준측정 (standard calibration)
추출용매 (Methanol)	Merch Co.	농축된 땀으로부터 니코틴, 코티닌 추출

5. 실험 방법

실험을 시작하기 일주일 전 연구대상자 16명을 소집하여 실험실시 일주일 전부터 실험 실시 1시간 전까지 흡연량과 흡연방법을 동일하게 적용하였다. 평소 흡연량을 기준으로 하루 20 ± 3 개피를 흡연하도록 하고, 일일 흡연방법(오전5개피, 오후8개피, 야간7개피를 설문을 통해 평균적정량으로 담배개피수를 선정 함)을 최대한 동일하게 적용되도록 하였다.

실험은 운동과 사우나 중 운동을 먼저 실시하였다. 사우나는 일주일 뒤 운동실시 전과 동일하게 흡연량과 방법을 적용 후 실시하였다.

운동실시 전 연구대상자에게 스트레칭을 10분간 실시하게 하였다. 그 다음 최대 심박수의 30~40%의 운동강도로 트레드밀(treadmill) 위에서 10분간 가볍게 뛰도록 하여 갑작스런 운동부하에 적응할 수 있도록 사전 준비운동을 충분히 실시하였다.

3분간 휴식을 취하게 한 뒤 본 운동은 트레드밀에 내장되어 있는 여러 가지 훈련 프로그램 중에서 신체적으로 건강한 사람들에게 주로 적용되는 Bruce Protocol을 선택하여(이미션, 2000) 짧은 시간 충분한 운동이 이뤄지도록 했다. 이 Protocol은 적용이 쉽고 비교적 짧은 시간 내에 대상자의 운동 능력을 평가할 수 있어 많이 사용(Flores & Zohman, 1993; Kaminsky & whaley, 1998)되므로 본 연구에서도 적용하였다.

트레드밀의 속도는 <그림 1>과 같이 1.7mph(45.6/min), 경사도 10%(5.71도)부터 시작하여 22%(12.41도)까지 매 3분마다 경사도는 2%씩 점진적으로 상승되도록 하였다. 또한 실험대상자 각각의 최대운동능력을 고려하여 지칠 때까지(all-out) 실시하였으며 운동이 진행되는 동안 구두로 격려하였다. 실험 대상자의 평균 트레드밀 적용시간은 20±5분 정도였다. 운동 시 복장은 training panties만 착용하였고 이때 실내온도는 섭씨 18~22℃, 습도는 40%를 유지하였다.

사우나는 섭씨 90℃, 습도 20%인 건식 사우나에서 실시하였다. 사우나를 실시하는 동안 신체움직임은 없도록 하였으며 개인별 체질을 고려하여 약 20±5분을 실시하였다.

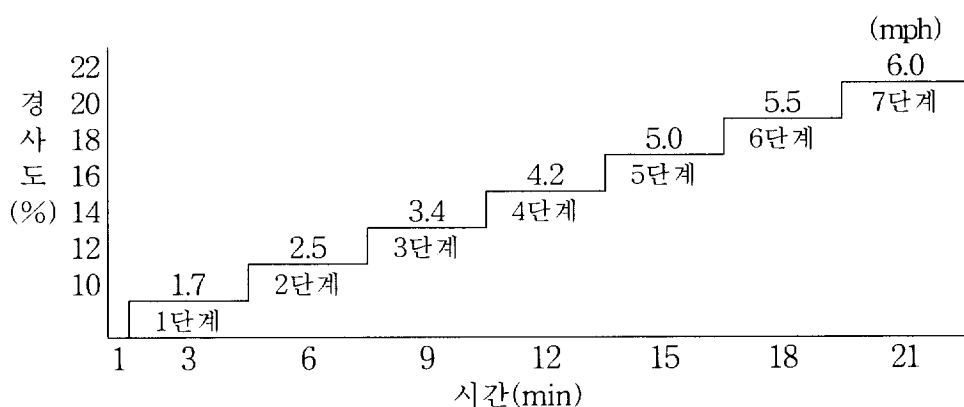


그림 1. Bruce Treadmill Protocol (Bruce, Kusumi & Hosmer, 1973)

6. 시료(땀) 채취

시료채취 전에 땀성분에 비누성분 및 기타 다른 성분들이 포함되지 않도록 물로만 샤워를 실시하였다. 시료 채취용 패드는 약국에서 시판되는 무균가제(수성위생재료공업사)를 이용하여 가로7cm×세로7cm로 잘라 떨어지지 않도록 밴드를 이용하여 부착하였다.

시료채취용 패드의 신체 부착부위는 <그림 2>와 같이 예비실험을 통해 땀이 가장 잘 배출되는 부위를 선정하였으며 부위별로 연구대상자의 가슴 좌·우측, 복부 좌·우측·중앙, 허벅지 앞·뒷면, 등의 좌·우측·중앙, 팔꿈치 좌·우측에 각각 한 개씩 패드를 부착시키고 운동과 사우나를 통해 스며든 땀을 채취하였다.

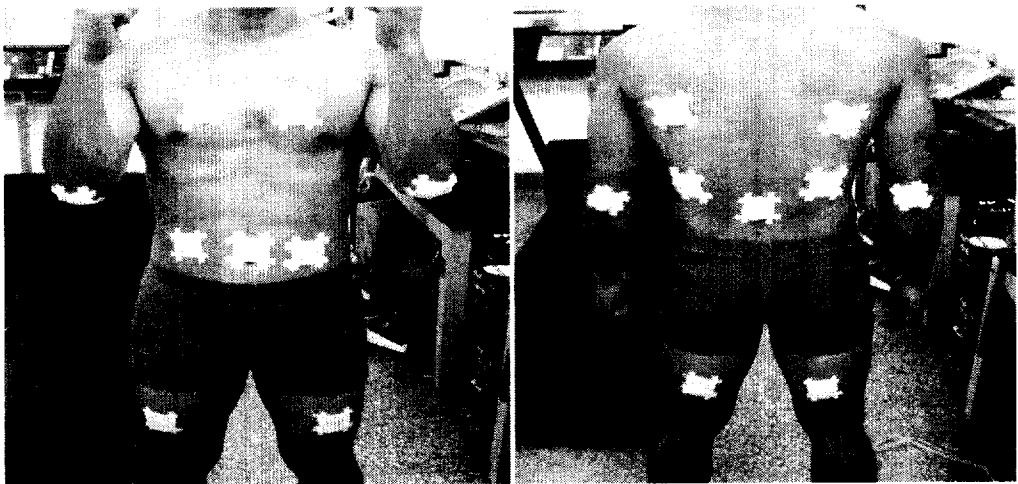


그림 2. 시료채취용 패드의 신체 부착부위

운동 후 채취량은 약10~12ml정도였으며 사우나 후 채취량은 10~20ml정도였다. 운동과 사우나의 땀 배출량에는 분명한 차이가 있었으므로 배출 정도가 상대적으로 사우나 보다 적은 운동시의 평균 땀 채취량 10ml를 두

처치간의 평균채취량으로 선정하였다.

땀 채집용 Falcon Tube는 다른 이물질이 들어있는 것을 방지하기 위해 계면활성제로 깨끗이 닦은 후 증류수로 행구고 건조시킨 후 실험에 사용하였다.

수집된 땀은 0.45 μ m의 membrane filter를 통과시켜 이물질을 제거한 후 냉동 보관하여 변질되는 것을 방지하였으며 분석직전에 꺼내어 분석하였다.

7. 시료(땀)성분 분석

1) 시료의 전처리

시료 10mL를 정확히 채취해 15mL Falcon tube에 붓는다. Speed Vac에 넣고 4°C를 유지하면서 760mmHg 진공하에서 수분을 농축하여 농축된 땀을 시료로 사용하였다.

시료를 다시 10mL의 HPLC grade의 methanol을 가한 후 완전히 녹을 때까지 vortex mixer로 진탕혼합한 후 C₁₈ Sep-Pak cartridge에 loading하여 정제하였다. 정제된 시료를 Gas chromatograph로 분석하였다.

정량을 위한 standard로써 니코틴과 코티닌을 methanol과 ether에 농도별로 녹여 분석하고 검량선을 작성하여 정량하였다.

2) 시료의 메틸화(Methylation)

시료를 GC-Mass로 분석하기 위해서 BF₃-50%Methanol을 2mL씩 가한 후 200°C에서 90분간 methylation하여 방냉한 후 2mL의 ether로 두 번씩

추출하여 ether를 완전히 질소로 농축한 후 다시 헥산 $10\mu\text{l}$ 를 가해서 GC-Mass로 분석을 하였다.

3) 분석 방법

전처리한 용액을 GC/MS(gas chromatography-mass spectrometry, Shimadzu QP5050A, Japan)를 이용하여 니코틴과 코티닌을 분석하였다.

니코틴과 코티닌을 분석하기 위한 GC의 조건은 <표 4>, <표 5>와 같다.

표 4. nicotine을 분석하기 위한 GC의 조건

조 건	상 태
column	DB-Water (30m×0.25mm×0.2 μm , Agilent, USA)
oven temp.	Initial temp60℃ 1min. 분당 5℃씩 200℃까지 상승
carrier gas flow	0.6mℓ/min
injector temp.	260℃
detector temp.	280℃
detector	Mass

표 5. cotinine을 분석하기 위한 GC의 조건

조 건	상 태
column	DB-5MS(60m×0.32mm×0.25 μm , Agilent, USA)
oven temp.	Initial temp80℃ 1min. 분당 10℃씩 180℃까지 상승 180℃에서 분당 5℃씩 250℃까지 상승
carrier gas flow	0.6mℓ/min
injector temp.	260℃
detector temp.	280℃
detector	Mass

8. 연구대상자의 신체 측정

1) 체구성 측정

생체 전기 저항법(bioelectrical impedance)을 이용한 InBody Salus로 InBody machine 위에 평안한 자세로 올라서서 측정기를 잡고 측정한다. 측정항목으로는 체지방률(percent body fat: PBF), 제지방량(lean body mass: LBM)을 측정하였다.

2) 체격 측정

본 연구에서 측정한 체격은 다음과 같다.

(1) 신장

피험자들의 신장은 가벼운 옷차림으로 맨발로 자연스럽게 직립자세를 취한 다음 측정하였다. 신장은 0.1cm단위까지 측정하였다.

(2) 체중

피험자들의 체중은 가벼운 옷차림으로 맨발로 자연스럽게 직립자세를 취한 다음 측정하였다. 체중은 0.1kg까지 측정하였다.

9. 자료 처리

본 연구의 실험결과 처리는 일차적으로 측정의 신뢰도 문제를 검토한 후

집단별, 발한방법별로 분류하여 SPSS ver. 10.0 통계 패키지(package)를 이용하였으며 각 변인들 간의 평균(M) 및 표준편차(SD)를 산출하고 도표화하였다. 또한, 집단과 발한방법별 평균차를 검증하기 위하여 반복측정에 의한 이원변량분석(2way-ANOVA with repeated measures)을 실시하였으며 평균차이에 대한 통계학적 유의성 검증은 독립(Independent) t-test로 실시하였다. 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

IV. 연구 결과

운동과 사우나를 통한 흡연자의 니코틴 및 코티닌의 배출농도를 분석하기 위해 주 2~3회 꾸준히 운동하는 흡연집단과 운동을 전혀 하지않는 흡연집단을 대상으로 운동과 사우나를 실시하여 땀성분을 분석하였다.

표준시료 분석에서 니코틴은 methanol에 $20\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 농도로 녹였으며 코티닌은 ether에 $25\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 의 농도로 녹여 GC-Mass로 분석하였다. 그리고 니코틴과 코티닌 표준품을 농도를 달리하여 검량선을 작성한 후 시료를 분석하여 정성 및 정량하였다. 검량선의 직선 상관계수는 0.9998~0.9999였다.

니코틴과 코티닌 표준용액의 크로마토그램에서 니코틴의 보유시간(retention time)은 17.65분, 코티닌의 retention time은 19.68분으로 나타났다. 또한 분석된 결과를 Mass data base search를 통하여 검출된 분자량의 피크가 니코틴은 162.23, 코티닌은 176.217로 확인되었다.

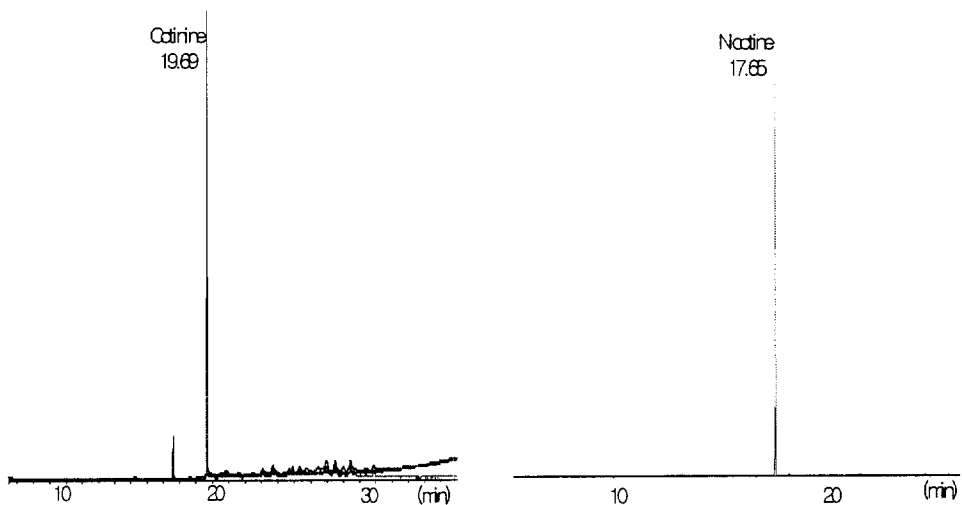


그림 2. 니코틴과 코티닌 표준물질의 GC/MS 크로마토그램

1. 니코틴 배출 농도

니코틴의 배출 농도를 <표 6>, <표 7>과 <그림 3>에서 보는 바와 같이 운동집단은 운동시가 $455.33 \pm 127.23 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $171.63 \pm 56.28 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시가 $283.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다. 비운동집단은 운동시가 $1272.16 \pm 621.49 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $517.67 \pm 238.54 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시가 사우나시보다 $754.49 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

발한방법 구분없이 운동집단과 비운동집단을 비교해 보면 운동집단이 $313.48 \pm 174.62 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 고 비운동집단이 $894.92 \pm 598.84 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 비운동집단이 $581.44 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

집단 구분없이 운동시와 사우나시를 비교해 보면 운동시가 $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시가 $519.10 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

니코틴의 배출농도에 있어서 집단과 발한방법간의 상호작용 효과는 통계적으로 유의한($p < .01$) 차이가 없었다.

표 6. 니코틴의 배출 농도

			단위($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
집 단	처 치	평 균	계
운동집단(8)	운동	455.33 ± 127.23	313.48 ± 174.62
	사우나	171.63 ± 56.28	
비운동집단(8)	운동	1272.16 ± 621.49	894.92 ± 598.84
	사우나	517.67 ± 238.54	
계	운동	863.75 ± 604.75	
	사우나	344.65 ± 244.88	

표 7. 니코틴 배출 농도의 이원변량 분석결과

변량원	자승합 (SS)	평균자승 (MS)	F비
연구대상자 간 집단 (운동집단×비운동집단)	2704586	2704586	**23.39
연구대상자 내 발한방법 (운동×사우나)	2155703	2155703	**18.64
집단×발한방법	443279.4	443279.4	3.83

* $p<.05$, ** $p<.01$

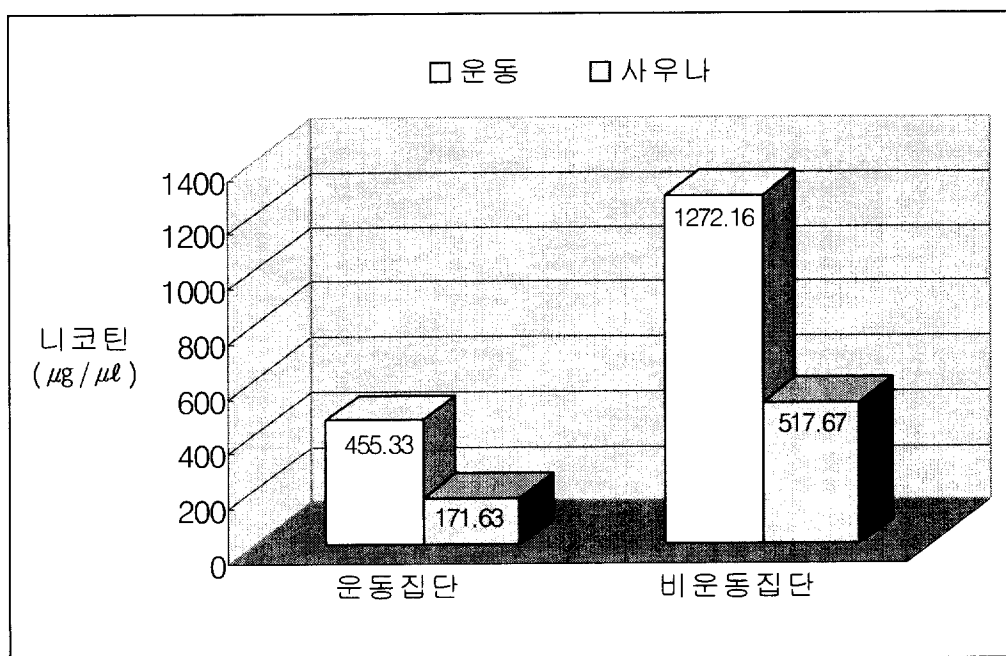


그림 3. 니코틴의 배출 농도

2. 코티닌 배출 농도

코티닌의 배출농도를 <표 8>, <표 9>과 <그림 4>에서 보는 바와 같이 운동집단은 운동시가 $54.84 \pm 8.29 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $9.83 \pm 3.89 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 운동시가 $45.01 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

비운동집단은 운동시가 $22.41 \pm 18.45 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $8.95 \pm 2.93 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 운동집단이 $13.56 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

발한방법 구분없이 운동집단과 비운동집단을 비교해 보면 운동집단이 $32.34 \pm 24.07 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 비운동집단이 $15.68 \pm 14.54 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동집단이 $16.66 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

집단 구분없이 운동시와 사우나시를 비교해 보면 운동시가 $38.63 \pm 21.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $9.39 \pm 3.36 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시가 $18.34 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

코티닌의 배출농도에 있어서 집단과 발한방법간의 상호작용 효과는 통계적으로 유의계($p < .01$) 높았다.

표 8. 코티닌의 배출 농도

			단위($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)
집 단	구 분	평 균	계
운동집단(8)	운동	54.84 ± 8.29	32.34 ± 24.07
	사우나	9.83 ± 3.89	
비운동집단(8)	운동	22.41 ± 18.45	15.68 ± 14.54
	사우나	8.95 ± 2.93	
계	운동	38.63 ± 21.70	
	사우나	9.39 ± 3.36	

표 9. 코티닌 배출 농도의 이원변량 분석 결과

변량원	자승합 (SS)	평균자승 (MS)	F비
연구대상자 간 집단 (운동집단×비운동집단)	2218.613	2218.61	**20.497
연구대상자 내 발한방법 (운동×사우나)	6839.528	6839.528	**63.189
집단×발한방법	1989.701	1989.701	**18.382

*p<.05, **p<.01

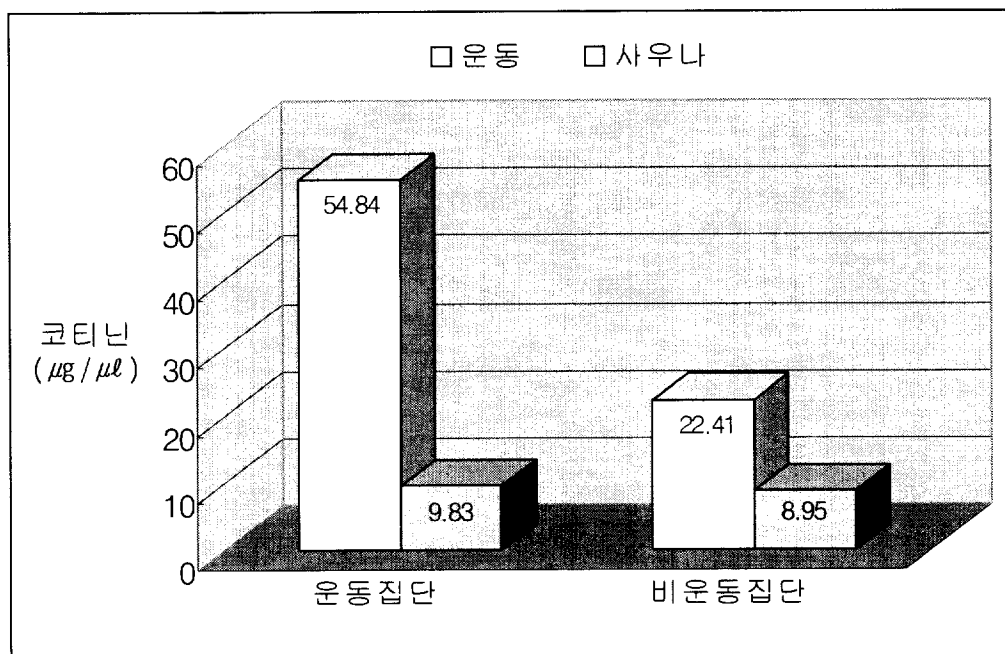


그림 4. 코티닌의 배출농도

3. 니코틴과 코티닌간의 배출농도

니코틴과 코티닌간의 배출농도를 <표 10>, <표 11>과 <그림 5>에서 보는바와 같이 니코틴이 운동시 $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 코티닌의 운동시 $38.63 \pm 21.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 에 비해 $825.12 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게 ($p < .01$) 높았다.

니코틴과 코티닌의 사우나시 배출농도에서는 니코틴이 $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 였고, 코티닌의 사우나시 $9.39 \pm 3.36 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 니코틴이 코티닌 보다 $335.29 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

발한방법 구분없이 니코틴은 $604.20 \pm 524.9 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 였고, 코티닌은 $24.01 \pm 21.31 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로, 니코틴이 코티닌 보다 $580.19 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

니코틴과 코티닌간의 배출농도에 있어서 시료와 발한방법간의 상호작용 효과는 통계적으로 유의하게($p < .01$) 높았다.

표 10. 니코틴과 코티닌간의 배출 농도

단위 ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)			
시 료	구 분	평 균	계
니코틴	운동	863.75 ± 604.75	604.20 ± 524.90
	사우나	344.65 ± 244.88	
코티닌	운동	38.63 ± 21.70	24.01 ± 21.31
	사우나	9.39 ± 3.36	

표 11. 니코틴과 코티닌간의 배출 농도에 대한 이원변량 분석 결과

변량원	자승합 (SS)	평균자승 (MS)	F비
시료 간 집단 (니코틴×코티닌)	5385869.0	5385869.0	**50.551
시료 내 발한방법 (운동×사우나)	1202696.1	1202696.1	**11.288
시료×처리	959846.38	959846.38	**9.009

*p<.05, **p<.01

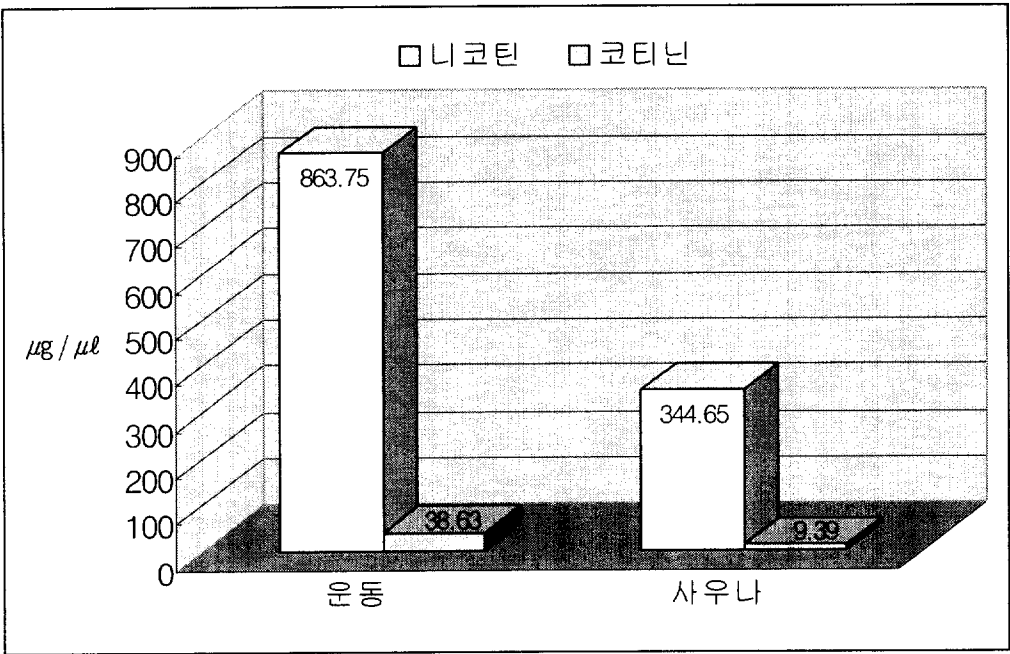


그림. 5 니코틴과 코티닌간의 배출농도

V. 논 의

1. 니코틴의 배출농도

니코틴은 흡연을 통하여 폐(lung)에 흡수되어 빠른 속도로 체내에서 물질대사가 일어나는 무색 또는 연황색의 강독성 물질(Danaj, Welch & Martin, 1996)로 공기 중에 노출 시 갈색으로 변하고 담배 냄새를 유발한다. 그리고 신경절에서 자극제와 억제제로 모두 작용하는 유독한 알칼로이드로써, 담배로 인한 질병 발생률과 사망율이 계속 증가하는 이유가 바로 이 니코틴의 중독 효과 때문이다(이도훈, 2003).

Pascal, Anne, Vincent와 Bertrand(1997)는 땀 패치로 땀에 있는 니코틴 검출에 관한 연구에서 땀 패치를 72시간 동안 29명의 실험군에 적용하여 비흡연자(8명)에게는 니코틴이 검출되지 않았고 간접흡연자(6명)에서는 패치 당 87~266 μ g이, 흡연자(15명)에게는 땀 패치 당 150~2498 μ g의 니코틴이 검출되었다고 보고하였다.

황수관(1997)의 신바람 건강법에서 운동을 통한 땀은 노폐물, 발암물질, 중금속, 납성분 등이 빠져나간 결과이며 사우나는 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 인 등이 땀을 통해서 배출된 결과라고 했다.

김병로(2000)는 운동과 사우나시간을 통한 땀 성분 분석에서 운동시가 사우나시에 비해 땀속의 무기질 농도가 더 많이 배출된다는 황수관의 주장과 다른 견해를 나타내며 운동과 사우나의 차이점을 역설했다.

또한 김형국(1998)의 운동과 사우나시 생리적 반응에 관한 연구에서 운동은 소비를 통한 대사작용으로 인해 질소화합물 및 총단백질의 증가를 가

져오는 반면 사우나는 발한으로 인한 혈액농축현상에 의해 농도의 증가 및 질소 화합물의 손실을 가져오는 것으로 운동은 인체에 생리적 변화를 가져올 만큼의 자극을 줄 수 있으나 사우나는 그렇지 못하다는 결과와도 신체 대사적 차원에서 노폐물의 배출과 연관성이 있는 것으로 생각된다.

본 연구에서는 운동시 흘리는 땀과 사우나시 흘리는 땀에서의 니코틴 및 코티닌의 배출농도 차이를 알아보기 위해 규칙적인 운동을 하는 운동집단과 평소 운동을 하지 않는 비운동집단을 대상으로 운동과 사우나를 실시하였다. 그 결과, 운동과 사우나시 니코틴 배출농도에서 집단 구분없이 운동시가 $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 운동시가 $519.10 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

이러한 결과는 운동을 통한 땀에 노폐물, 발암물질, 중금속, 납성분 등이 빠져나간다는 황수관(1997)의 주장과 일치한다. 하지만 사우나를 통해서 담배 유해성분이 배출된 것은 사우나의 효과성 측면에서 다소 상반된 결과라 할 수 있으나 운동시 배출량에 비하여 상대적으로 미비하였다.

이와 같이 운동을 통한 땀 성분에는 사우나시 보다 상대적으로 많은 담배 유해물질이 배출되는 것은 활발한 근육활동의 결과로 심장과 혈관이 발달하게 되고 혈액순환이 원활하게 되어 신체 각부 조직 즉 간·신장·뇌·근육 등으로 혈액을 통해 산소와 영양물질을 충분히 공급해주게 됨과 동시에 각 조직에 생긴 탄산가스와 노폐물 등이 원활히 제거된 결과라 할 수 있다(황수관, 최건식, 1994). 이렇게 배출된 땀은 탁함정도에 있어서도 차이를 보였는데 운동시의 땀이 사우나시보다 땀 색깔이 더 탁한 것 또한 본 연구의 결과와 결부 지어 생각해 볼 수 있다.

발한방법 구분없이 운동집단과 비운동집단을 비교해 보면 운동집단이 $313.48 \pm 174.62 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 비운동집단이 $894.92 \pm 598.84 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 비운동집단이 $581.44 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다. 이는

운동선수 집단이 비운동선수 집단 보다 나트륨, 염소, 칼륨, 칼슘 등의 농도가 낮게 나타났으며 이러한 결과는 규칙적인 운동의 긍정적인 효과라고 한 김병로(2000)의 연구결과와 검출물질의 차이는 있으나 운동을 통한 신체조직적 발달과 이로 인한 신진대사의 효율적 측면에서는 본 연구결과를 뒷받침한다고 할 수 있다.

따라서 니코틴 대사과정에서 알 수 있듯 니코틴은 흡입된 후 2~3시간의 체내반감기를 가지고 있다가 코티닌으로 빠르게 대사되게 되므로 이러한 니코틴의 대사과정이 운동을 꾸준히 한 집단의 경우 주로 골격근과 순환기 측면의 발달을 통해 빠른 신진대사능력을 보유하게 되고(이병원, 이계영, 한재덕, 2000) 그 결과, 체내 흡입된 니코틴은 더욱 빠르게 대사되어 체내의 반감시간이 단축되었기 때문에 발한 능력이 발달되었음에도 불구하고 상대적으로 적은 배출농도를 보인 결과로 생각된다. 반대로 비운동집단은 상대적으로 느린 신진대사작용으로 인하여 니코틴의 반감시간이 상대적으로 길어진 결과 많은 양의 니코틴이 체내에 잔류되어 발한능력이 떨어짐에도 불구하고 더 많은 니코틴이 땀을 통해 배출된 결과로 사료된다.

2. 코티닌 배출 농도

코티닌은 니코틴의 주 대사물질이며, Platelet Activating Factor(PAF)의 Hydrolase이므로 PAF의 turn-over율을 증가시켜 담배 유발성 동맥혈전증과 폐, 심장질환에 많은 작용을 하는 물질로(이도훈, 2003) 니코틴에 70% 정도가 탄소산화에 의해 코티닌으로 전환된다(Benowitz & Jacob, 1994).

Pascal, Anne, Vincent와 Bertrand(1997)은 29명의 실험군에 땀 패치를 부착

하여 72시간 동안 관찰한 결과 비 흡연자를 제외한 흡연자에게서 니코틴과 함께 코티닌이 배출되었다고 하였다.

박남규, 정관수, 안선희, 김강윤외 1명(2003)은 직간접 흡연양상에 따른 뇨 중 코티닌 농도변화에서 땀으로의 코티닌 배출은 아니지만 흡연군(1갑 또는 이상)에서 흡연기간에 따른 뇨 중 코티닌 농도는 5년 미만 $523.17\mu\text{g}/\ell$, 10년 미만 $1811.21\mu\text{g}/\ell$, 10년 이상 $1598.27\mu\text{g}/\ell$ 의 검출농도를 나타냈고 Pascal(1996)은 약물중독자들의 약물테스트에서 땀, 머리카락, 뇨의 대한 비교결과 땀을 통해 복용약물의 대사물질은 소량이 배출된다고 보고하였다.

본 연구에서는 운동과 사우나를 통하여 코티닌이 배출농도를 알아보기 위해 운동집단과 비운동집단으로 흡연자를 나눠 분석하였다. 그 결과, 운동과 사우나시 코티닌 배출 농도에 있어 집단별 구분없이 운동시가 $38.63\pm 21.70\mu\text{g}/\mu\ell$ 이고 사우나시가 $9.36\pm 3.36\mu\text{g}/\mu\ell$ 로 운동시가 $18.344\mu\text{g}/\mu\ell$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p<.01$) 높았다.

이와 같은 결과는 황수관과 최건식(1994)의 운동처방과 건강에서 몸무게 80kg인 비만자가 사우나를 한 후 2kg의 체중감소를 보였으나 체중감소의 대부분은 혈액성분과 수분이 빠져나간 것이고 운동을 통해서서는 체지방이 많이 감소했다는 주장과 같은 맥락에서 일치한다고 할 수 있다. 하지만 니코틴의 결과에서도 나타나듯 사우나를 통해서도 코티닌이 배출된 것은 사우나의 효과성 측면에서 황수관과 최건식(1994)의 주장과 다소 상반된 결과라 할 수 있으나 운동시 배출되는 땀에 비해 상대적으로 미량이었다.

또한, 박승한, 김유영, 김종기, 배치현외 5명(1997)의 운동과 사우나시 혈액 성분의 변화에서는 운동 후 백혈구와 혈소판에서 유의한 변화가 나타났지만 사우나 후 모든 항목에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다고 한 연구결과와도 운동을 통한 순환계의 대사적 기전에 있어 효율성과 연관이 있는 것으로 사료된다. 이렇게 배출된 땀은 양적인 측면에서도 독특한 점이

발견되었는데 사우나시가 운동시 보다 약 5~10ml 정도 땀 배출량이 많았으나 땀에 농축된 코티닌 배출농도는 운동시가 $31.73\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 더 많이 배출된 결과를 볼 때 사우나시는 주로 수분이 배출된다고 한 황수관과 최건식(1994)의 주장과 일치한 결과라 할 수 있다.

이와 같이 사우나시가 운동시보다 땀 배출량이 많음에도 불구하고 유해물질인 코티닌의 배출농도에 있어 적은 농도를 나타낸 것은 갑자기 올라가는 체온을 낮추기 위해 주로 수분을 배출하게 된 결과이며 동시에 산소부족과 대근활동이 이뤄지지 않았으므로 신진대사가 원활해지지 못한 결과라 사료된다.

발한방법 구분없이 운동집단과 비운동집단을 비교해 보면 운동집단이 $32.34\pm 24.07\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 비운동집단이 $15.68\pm 14.54\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동집단이 $16.66\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p<.01$) 높았다. 이와 같은 결과는 앞의 니코틴 연구결과와는 상반 되는 결과로 운동집단이 상대적으로 높게 배출되었다. 하지만 니코틴의 주대사산물이 코티닌이라는 점을 감안한다면 서로간의 배출양상은 깊은 연관성이 있을 것으로 판단된다.

니코틴의 대부분은 주 대사산물인 코티닌으로 빠르게 대사된 후 체내에서 긴 반감기 가지고 있다가 체외로 배출된다. 이렇게 체내에 일정기간 축적되어 있던 코티닌은 지속적인 근육활동의 결과로 세포 자체의 활동성을 높여 심장, 폐, 혈관, 근육 등의 여러 세포로 이루어진 인체기관의 형태와 기능의 발달(성봉주, 2002)을 가져오게 되고 따라서 혈액작용의 기능적 측면이 향상되어 운동집단의 경우 각종 노폐물, 중금속 등과 함께 코티닌이 원활히 배출된 결과라 사료된다.

이 같은 결과는 운동을 통한 땀에서 인체 유해성분이 배출된다는 황수관과 최건식(1994)의 견해와 일치한다. 또한, 전유정과 김자영(2004)의 규칙적인 운동이 중년여성의 생리적인 기능과 체력향상에 미치는 영향에서 나타

난 폐 기능, 혈중 지단백, 체력 변인이 규칙적인 운동의 결과로 유의한 ($p<.05$) 차이를 나타낸 연구결과와 조충현(1997)의 규칙적인 유산소성 운동이 체력요인과 혈중지질, 심박수 및 최대산소섭취량 등에 유의한($p<.01$) 변화를 타나낸다는 연구결과와도 운동을 실시함으로써 신체기능의 발달을 통한 대사능력의 향상과도 결부 지어 생각해 볼 수 있다. 따라서 지속적인 운동을 통한 신체기관의 발달은 체내 유해물질 배출과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다.

3. 니코틴과 코티닌간의 배출농도

니코틴의 약 80%~90%가 체내에서 변형되는데 주로 간과 신장에서 대사되며 폐에서도 상당량의 대사가 이루어진다. 담배 한 개피는 약 7~8mg의 니코틴을 함유하고 있는데 이중에서 1mg 정도가 체내로 흡수된 후 대개 신장에서 주로 코티닌으로 빠르게 산화된다.(이도훈, 2003). 이렇듯 니코틴과 코티닌은 하나의 물질이라 할 수 있으며 일정기간 체내에 반감기간을 가진 후 체외로 배출되게 된다.

Pascal, Anne, Vincent와 Bertrand(1997)의 땀 패치를 이용한 니코틴 검출에 관한 연구에서 간접 흡연자에서는 패치 당 87~266 μ g, 흡연자에게는 땀 패치 당 150~2498 μ g의 니코틴이 땀을 통해 검출되었고 코티닌은 상대적으로 미량이 검출되었다고 하였다.

한완수, 김일광, 신호상, 서배석외 3명(1997)의 청소년의 뇨 중 nicotine과 톨루엔의 분포에 관한 연구에서 흡연자 61명의 뇨에서 니코틴이 4~630 μ g/ μ l, 검출되었고 코티닌은 63~1602 μ g/ μ l의 검출되었다는 결과를 타나냈다.

따라서 본 연구 결과, 니코틴과 그 대사체인 코티닌 서로간의 배출농도에서 발한방법 구분없이 니코틴이 $604.20 \pm 524.90 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 코티닌은 $24.01 \pm 21.31 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로, 니코틴이 $580.19 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

이와 같은 결과는 약물중독자들의 약물테스트에서 머리카락과 땀을 통해 직접 복용한 약물은 많이 배출되고 복용약물의 대사물질은 상대적으로 적게 배출되며 반대로 노를 통해서만 복용약물보다 대사산물이 상대적으로 많이 검출되었다한 Pascal(1996)의 연구결과와 일치한 견해라 할 수 있다.

따라서 본 연구의 니코틴과 코티닌간의 배출의 유의한 차이는 니코틴과 코티닌의 독특한 대사적 메카니즘에서 기인한 결과로 사료된다.

VI. 결론 및 제언

1. 결 론

본 연구에서 운동시 흘리는 땀과 사우나시 흘리는 땀의 니코틴과 코티닌 성분을 비교·분석하기 위하여 5년 이상, 하루 흡연량 20 ± 3 개피의 흡연 경력을 가지고 있는 대학생 16명을 대상으로 주2~3회 지속적인 운동을 실시하는 운동집단 8명과 운동을 하지 않는 비운동집단 8명으로 나눠 담배의 주요한 유해성분인 니코틴과 그 대사물질인 코티닌의 배출농도를 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 니코틴의 배출농도

(1) 운동집단은 운동시가 $455.33 \pm 127.23 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $171.63 \pm 56.28 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 운동시가 $283.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

(2) 비운동집단은 운동시가 $1272.16 \pm 621.49 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $517.67 \pm 238.54 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시가 사우나시보다 $754.49 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

(3) 발한방법간 구분없이 운동집단과 비운동집단 간에는 운동집단이 $313.48 \pm 174.62 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 비운동집단이 $894.92 \pm 598.84 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 비운동집단이 $581.44 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

(4) 집단간 구분없이 운동시와 사우나시 간에는 운동시가 $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시 $519.10 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

2) 코티닌의 배출농도

(1) 운동집단은 운동시가 $54.84 \pm 8.29 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $9.83 \pm 3.89 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 운동시가 $45.01 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

(2) 비운동집단은 운동시가 $22.41 \pm 18.45 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $8.95 \pm 2.93 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 운동시가 $13.56 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .05$) 높았다.

(3) 발한방법간 구분없이 운동집단과 비운동집단 간에는 운동집단이 $32.34 \pm 24.07 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 비운동집단이 $15.68 \pm 14.54 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동집단이 $16.66 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .05$) 높았다.

(4) 집단간 구분없이 운동시와 사우나시 간에는 운동시가 $38.63 \pm 21.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 사우나시가 $9.39 \pm 3.36 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 로 운동시가 $18.34 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

3) 니코틴과 코티닌간의 배출농도

(1) 운동시 니코틴은 $863.75 \pm 604.75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 코티닌은 $38.63 \pm 21.70 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 니코틴이 $825.12 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로 유의하게($p < .01$) 높았다.

(2) 사우나시 니코틴은 $344.65 \pm 244.88 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 코티닌은 $9.39 \pm 3.36 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 니코틴이 $335.29 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

(3) 발한방법간 구분없이 니코틴과 코티닌 간에는 니코틴이 $604.20 \pm 524.90 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 이고 코티닌은 $24.01 \pm 21.31 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 으로 니코틴이 $580.19 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하게($p < .01$) 높았다.

2. 제 언

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

1) 지금까지 운동과 사우나를 통해 가설 수준에 머물고 있던 담배유해물질의 배출 효율성을 검증하였다. 하지만 연구를 함에 있어 아쉬운 점은 운동집단과 비운동집단 간의 니코틴과 코티닌 배출에 있어 독특한 생리적 메커니즘의 차이를 설명함이 미흡하였다. 따라서 이러한 점을 보완한 후속연구가 심도있게 이뤄지길 바란다.

2) 본 연구에서 많은 담배 유해물질 중 니코틴과 코티닌을 선택한 것은 현재 많은 기관에서 흡연여부를 판단하는 생체지표로 많이 활용되고 있기 때문이다. 따라서 이러한 배출결과를 바탕으로 운동을 통한 담배 및 각종 유해물질 배출에 관한 연구가 많이 이루어지길 기대한다.

3) 지금까지의 연구결과가 앞으로의 흡연자 건강관리에 조금이나마 도움이 되었으면 하는 바람이다.

참 고 문 헌

- 강희성, 김기진, 김태운, 김형묵, 장경태, 전종귀, 조현철(2001). 운동과 스포츠 생리학. 서울 : 도서출판 대한미디어, 317~322.
- 김영수, 김병로(1998). 운동과 사우나시 발한성분 분석. 경남체육연구, 3(2), 77.
- 강희성(1986). 운동처방. 서울 : 보경문화사, 137~138.
- 김병로(2000). 운동과 사우나 시간의 땀 성분 비교 분석. 운동과학. 9(1), 182~188.
- 김병로, 조병훈, 강현식(2000). 운동강도에 따른 발한성분의 변화. 운동과학, 10(2), 192.
- 김유진, 박승한, 최창렬, 김형국, 김유영, 권용훈, 김현정, 우숙향, 정혁, 천영신, 김종기(1998). 외부온도 변화에 따른 인체의 생리적 반응. 한국생활환경학회지, 5(1), 63.
- 김진구(2003). GC/MS로 니코틴과 그 대사물질의 분석을 이용한 ETS 노출지표 개발에 대한 연구. 공주대학교 대학원 박사학위논문, 1~2.
- 김형국(1998). 운동과 사우나시 생리적 반응에 관한 연구. 영남대학교 대학원 석사학위논문, 35.
- 남궁기(1999). 니코틴의 약리학적 특성. 한국금연운동협의회 세미나자료(담배 속의 새로운 유해물질-다이옥신, 환경호르몬, 중독성 물질), 9~10.
- 민성길(2002). 흡연의 약리학 및 정신의학. 한국금연운동협의회 자료, 8.
- 박남규, 정관수, 안선희, 김강운, 최호춘(2003). 직·간접 흡연양상에 따른 요중 코티닌 농도변화. 대한산업보건협회, 44.
- 박승환, 배치현, 임강일, 김한철, 김유영, 김현정, 김윤숙, 정혁, 김종기

- (1997). 운동과 사우나시 혈액 성분의 분석. 한국생활환경학회, 24~30.
- 박언휘, 김종기, 천영신, 정혁, 김현정, 우숙향, 권용훈, 김유영, 김형국, 최창렬, 박승한, 김유진(1998). 외부온도 변화에 따른 인체의 생리적 반응(2). 한국생활 환경학회지, 5(2), 15.
- 박준상, 김재수, 박중홍, 박세정, 조한성, 홍억기(2003). 천연식물 추출물에 대한 니코틴의 분해효과. 한국생물공학회지, 18(3), 239.
- 백일영(2002). 운동생리학과 운동처방. 서울 : 도서출판 대한미디어, 204.
- 성봉주(2002). 흡연이 운동능력에 미치는 영향. 한국금연운동협의회 제15회 세계금연의 날 세미나자료, 5.
- 위승두(1999). 최신 운동생리학. 서울 : 도서출판 대경북스, 321.
- 이도훈(2003). 효과적인 흡연여부 검사방법. 국립암센터 건강증진 및 금연 심포지움 발표자료, 5~7.
- 이동범, 하철주, 김명진, 김강운, 최호춘(2003). 공공이용시설물에서 실내 공기 중 니코틴 농도수준 평가. 대한산업보건협회, 184, 17.
- 이미선(2000). 최대하 트레디밀 운동에 의한 피로가 신체 동요에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 7(2), 39.
- 이병원, 이계영, 한재덕(2000). 건강과 운동. 서울 : 한울출판사, 53.
- 이장한, 김선일, 임영식(2003). 청소년의 니코틴 의존 치료를 위한 가상자의 개발. 청소년학연구, 10(4), 38.
- 이주립(2003). 유산소운동과 사우나시의 발한성분 비교분석. 한국체육학회지, 42(6), 815.
- 임혜연(2002). 운동과 사우나 후 성별에 따른 땀의 전해질 분석. 이화여자 대학교 대학원 석사학위 논문, 15.
- 전유정, 김자영(2004). 규칙적인 운동이 중년여성의 생리적인 기능과 체력

- 체력향상에 미치는 영향. 한국스포츠리서치, 15(4), 1567~1584.
- 정광모, 서일, 오대규, 이광영, 허봉렬, 최진숙(2000). 최신 정보와 동향 흡연과 건강.
서울 : 한국금연운동협의회, 49.
- 조충현(1997). 규칙적인 유산소성 운동이 체력, 운동수행력 및 혈중 지질
수준에 미치는 영향. 한국체육학회지, 36(2), 235~247.
- 최명애, 황애란, 김희승(1991). 간호 임상 생리학. 서울 : 대한간호협회 출판부,
246.
- 최점숙(2004). 호기 중 CO, 뇨 코티닌 검사 및 자가 보고법에 따른 청소년 흡연을
비교. 전북대학교 대학원 석사학위논문, 13.
- 한완수, 김일광, 신호상, 서배석, 박성우, 유재훈, 김남이(1997). 청소년의 뇨
중에서 nicotine과 톨루엔의 분포에 관한 연구. 한국분석과학회, 1(10), 6.
- 황수관(1997). 황수관 박사의 신바람 건강법. 서울 : (주)서울문화사, 25~27.
- 황수관, 전세열, 조수열(1995). 생리학. 서울 : 광문각, 87~88.
- 황수관, 최건식(1994). 운동처방과 건강. 서울 : 금광, 201~203.
- Abrams, D. B., Follick, M. J., Biener, L., Carey, K. B., & Hitti, J.(1987).
Saliva cotinine as a measure of smoking status in field settings.
Am J Pub Health, 77(7), 846~848.
- Benowitz, N. L.(1992). Pharmacology of nicotine; addiction and therapeutics.
Ann Rev Pharmacol Toxicol, 36, 597~613.
- Benowitz, N. L.(1999). Biomarkers of environmental tobacco smoke
exposure. Environ Health Perspect, 107(2). 349~355.
- Damaj, M. L., Welch, S. P. & Martin, B. R.(1996). Characterization and
modulation of acute tolerance to nicotine to nicotine in mice. J
Pharmacol Exp Thr, 277, 454~461.
- Benoviz N. L. & Jacob P.(1994). Metabolism of nicotine to cotinine

- studied by dual stable isotope method. Clin Pharmacol Ther, 56, 483~493.
- Bruce, R. W., Kusumi, F. & Hosmer, D.(1973). Maximal oxygen intake and monographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. Am Heart J, 85, 546~562.
- Carey, K. B. & Abrams, D. B.(1988). Properties of saliva cotinine in young adult light smokers. Am J Pub Health, 78(7), 842~843.
- Flores, A. M. & Zohman, L. R.(1993). Rehabilitation of the cardiac patient. In: DeLisa J. A. Rehabilitation Medicine: Principles and practice. 2nd. Philadelphia; Lippincott Co, 934~951.
- Guyton, A. C.(1991). Textbook of Medicine Physiology. Philadelphia 8th ed; W. B. Saunders Co, 803.
- Haxby, D. G.(1995). Treatment of nicotine dependence, Am. J. Health-System Pharmacy, 52, 265~281.
- Hasan, J. E., Karvonen & Piironen, P.(1967). Special Review. Part II. Physiological effects of extreme heat as studied in the Finnish "Sauna" bath. Am J Phys Med, 46, 1226~1246.
- Jarvis, M. J., Russell, M. A., Benowitz, N. L. & Feyerabend, C.(1988). Elimination of cotinine from body fluid: implication for noninvasive measurements of tobacco smoke exposure. AJPH, 78(6), 696~698.
- Kaminsky, L. A. & Whaley, M. H.(1998). Evaluation of a new standardized ramp protocol; The BRU/Bruce ramp protocol. J Cardiopulm Rehabil, 18(6), 438~444.
- Kyerematen, G. A. & Vesell, E. S.(1991). Metabolism of nicotine. Drug Metab. Rev, 23, 3~41.

- Meyer, F. O., Bar, Or. D., MacDougall & Heigenhauser, G. J. F.(1992).
Sweat electrolyte loss during exercise in the heat; Effects of
gender and maturation. *Med Sci Sports Exer*, 24(7), 776~781.
- Pascal, K., Anne, H., Vincent, C., & Bertrand, L. (1997).Nicotine monitoring
in sweat with a sweat patch. *Journal of Chromatography B*,
705, 357, 360.
- Pascal, K.(1996). *Drug Testing in Addicts: A Comparison Between Urine,
Sweat, and Hair*. Philadelphia; Lippincott-Raven Publishers, 18, 450~
455.
- Scherer, G. L. & Richter, E.(1997). Biomonitoring exposure to environmental
tobacco smoke(ETS); A critical reappraisal. *Human Experimental
toxi*, 16(8), 449~459.
- Shepard, R. J.(1968). Standardization of submaximal exercise testing.
Oregon; Bull World Health Organ, 765.
- Streffer, C.(1985). Metabolic changes during and after hyperthermia. *Int.
J Hyperthermia*, 1, 305~319.
- Taylor, A. E., Johnson, D. C. & Kexemi, H.(1992). Environmental tobacco
smoke and cardiovascular disease. A. Position paper from the
Council on cardiopulmonary and Critical Care. *American Heart
Assoc Circulation*, 86(2), 699~702.
- Vine, M. F., Hulka, B. S., Margolin, B. H., Truong, Y. K., Hu, P.,
Schramn, M. M., Griffth, J. D., McCann, M. & Everson, R.
B.(1993). Cotinine concentrations in semen, urine, and blood of
smokers and non smokers. *Am J Pub Health*, 83(9), 1335~1338.

감사의 글

먼저 이 논문이 나오기까지 열과 성의를 다하여 논문을 지도해주신 존경하는 신군수교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 논문심사를 비롯한 세심한 지도와 격려를 아끼지 않으신 박형하교수님과 김용재교수님께도 깊은 감사드립니다.

이 논문이 나오기까지 물심양면(物心兩面)으로 많은 도움을 주신 공동실습관 생화학분석실 정용실선생님과 질량분석실 지성희선생님, KT&G의 현학철선임연구원님 그리고 광산정형외과병원 박성덕선생님과 대학원생 유진아양에게도 깊은 감사를 드립니다.

지금에 와서 생각해보면, 대학원에서 연구를 할 수 있도록 마련해주신 여러 은사님들이 계시지 않았더라면 지금과 같은 결실을 가질 수 없었을런지 모릅니다. 학창시절 마음의 버팀목이 되어주신 경상대학교 강진홍교수님과 부산대학교 권오륜교수님, 항상 저의 부족한 점을 아낌없이 조언해주신 부산정보대학 정명덕교수님과 정광복교수님, 너무나 감사합니다. 그리고 태권도를 통해 강한 정신력을 길러주신 강종철감독님과 박영철·김동진관장님께도 깊은 감사를 드립니다.

대학원 생활을 하는동안 힘든점이 많이 있었지만 항상 힘을 낼 수 있게 도와주시고 이끌어 주신 최경삼교수님을 비롯한 부경대학교 일반대학원 체육학전공 선·후배님, 운동생리학전공 선·후배님, 거학유단회 선·후배님들께도 깊은 감사드립니다.

지금까지 지도교수님을 비롯한 여러 교수님들께서 몸소 보여주신 연구자의 자세를 깊이 새겨 성실한 모습의 연구자가 될 수 도록 끊임없이 노력하겠습니다.

끝으로 평생 자신보다는 자식을 위해 헌신해 오신 세상에서 제일로 존경하는 부모님께 모든 결실을 받치며 이 모든 분들께 새해에는 좋은 일만 가득하길 기원합니다.

2006년 1월

박 원 덕