

개체별 땀의 성분분포에 관한 연구

최미정 · 하재호¹ · 유 석² · 박성우^{*}

충남대학교 과학수사학과, ¹한국식품연구원, ²한국화학시험연구원
(2007. 8. 30. 접수. 2007. 10. 5. 승인)

Study on individual characterization of sweat components

Mi Jung Choi, Jaeho Ha¹, Seok Yoo² and Sung Woo Park^{*}

Dept. of Scientific Criminal Investigation, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

¹Korea Food Research Institute, Gyeonggi, 463-746, Korea

²Hazard Evaluation Center, Korea Testing & Research Institute, Gimpo, Gyeonggi, 415-871, Korea

(Received August 30, 2007; Accepted October 5, 2007)

요 약: 본 연구는 땀 성분 중 지방산 조성에 관한 연구로서 한국인의 땀 중 지방산의 조성을 확인하여 지문을 비롯한 현장증거물의 효율적인 검색기법 개발의 기초자료로 활용하기 위해 연구하였다. 남성 5인을 대상으로 땀 시료를 얻고 지방산 37종의 methylester 형태를 표준물질로 하여 GC-FID를 사용하여 조성비를 확인해 본 결과 20-30대 연령의 총지방산 함량은 56.4-72.0%, 50대연령의 제공자의 경우 32.4-45.4%로 연령의 증가에 따른 총지방산의 감소를 확인할 수 있었다. 땀으로 배출되는 지방산으로는 총 28종이 검출되었고 C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:1n9c (oleic acid), C18:0 (stearic acid), C14:0 (tetradecanoic acid) 5종이 10-45%를 차지하면서 주성분임을 확인하였고 그 외의 C12:0 (lauric acid), C15:0 (pentadecanoic acid), C18:2n6c (linoleic acid), C18:2n6t (linolelaidic acid), C20:0 (arachidic acid), C24:0/C20:5n3 (lignoceric acid/eicosapentaenoic acid)가 모든 시료에서 검출되었다. 특히 C14:1 (myristoleic acid), C15:1 (pentadecenoic acid), C21:0 (heneicosanoic acid), C22:1n9 (erucic acid) 등의 지방산은 개체별 특이한 검출을 확인할 수 있었다. 포화지방산과 불포화지방산의 비율에 있어서는 0.94:1에서 2.6:1의 비율을 보이면서 개인에 따라 큰 차이를 확인하였으며 연령증가에 따른 총지방산의 감소는 주로 포화지방산과 단일불포화지방산의 배출감소에 의한 것을 확인할 수 있었다. 땀 중 아미노산의 경우 serine (0-31.9 μ L/mL), glycine (0-18.9 μ L/mL), threonine (0-26.2 μ L/mL)이 주로 검출되고 특히 20-30대 연령이면서 단백질의 섭취율이 높은 개체에서의 함량이 10배 이상 증가되는 것을 확인하여 땀으로 배출되는 아미노산의 개체별 조성분포를 확인할 수 있었다.

Abstract: The aim of this paper is to investigate composition of fatty acids in sweat on purpose of latent fingerprint detectant developing and crime evidence searching. Fingerprint from 5 male donors (aged 29-50 years) were collected. We identified fatty acid components on sweat using methylester mixture (37species) as standard fatty acid and analyzed them by GC-FID. As donor was aged, the level of total fat was found to decrease markedly (aged 20-30 years: 56.4-72.0 %, aged 50 years : 32.4-45.4 %). We identified 28 species

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)42-821-5240 Fax : +82-(0)42-822-5236

E-mail : swpark05@cnu.ac.kr

fatty acid, primarily C16:0(palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:1n9c(oleic acid), C18:0 (stearic acid), C14:0 (tetradecanoic acid) and all sweats were found to contain C12:0 (lauric acid), C15:0 (pentadecanoic acid), C18:2n6c (linoleic acid), C18:2n6t (linoleic acid), C20:0 (arachidic acid), C24:0/C20:5n3 (lignoceric acid/eicosapentaenoic acid), but with differing frequencies and at varying levels. C14:1 (myristoleic acid), C15:1 (pentadecenoic acid), C21:0 (heneicosanoic acid), C22:1n9 (erucic acid) were often observed in sample. Ratio of saturated and unsaturated fatty acid was from 0.94:1 to 2.6:1. And decrease of total fatty acids components caused by loss of saturated fatty acid and monounsaturated fatty acid. In case of sweat amino acids, we detected serine (0-31.9 $\mu\text{L/mL}$), threonine (0-26.2 $\mu\text{L/mL}$), glycine (0-18.9 $\mu\text{L/mL}$) and 20-30 years old, highly protein intake ratio individuals increased (10 times) than 50 years old. We observed greatly individual characterization of amino acid compounds in sweat.

Key words: sweat, fatty acids, amino acids

1. 서 론

땀의 조성은 인종, 연령, 피부부위, 감정의 상태, 식이섭취, 운동량, 유전적 요인에 의해 영향을 받으며 특히 질병의 유무에 따라 크게 좌우된다고 보고되고 있다.^{1,2} 그 예로 cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR)의 이상으로 Cl^- 의 과도한 배출이 유도되기도 하고 toxic metal ion에 장기적으로 노출되는 직업이나 환경에 의해 땀 속 nickel이나 chromium들이 다량 검출되기도 한다.^{3,4} 이러한 땀의 성분 변화에 주목하여 pH나 lactate 등의 변화를 감지할 수 있는 carbon nanotube를 이용한 polymer film을 제작하는 micro electro mechanical systems(MEMS)을 활용하여 진단에 사용하기도 하는 등 땀의 성분분석으로 얻어지는 정보는 다양하며 과학수사 방면에 있어서 땀은 좋은 단서를 제공하기도 한다.⁵

사건 현장에 존재하는 잠재지문의 화학적 방법을 이용한 현출은 땀 성분 중 아미노산과의 발색반응을 나타내는 Ninhydrin, 아미노산과 반응하면서 형광성을 보유하는 1,8-diazafluoren-9-one(DFO)시약이 있으며 이들에 Zn, Cu, Cd 등을 이용하여 착 화합물을 형성하게 하여 그 감도나 발색의 향상을 이루기도 하는 등 현재 과학수사의 잠재지문 현출제로 가장 유용하게 사용되고 있다.^{6,8} 또 다른 화학적 방법으로는 Iodine을 이용하여 지문성분 중 지질 ketone과의 α -thiocyanation의 반응을 기본으로 하여 발색을 띄는 Iodine fuming법이 주로 사용되고 있으며 발색의 감도와 안정성을 위한 연구가 계속 시도중에 있다.⁹ 본 연구실에서는 이미 땀으로 배출되는 음이온 Cl^- (2167-4073 ppm), F^- (4.13-8.96 ppm)의 함량과 양이온 Na^+ (3078.6-4815.6 ppm),

K^+ (267.3-823.9 ppm), Ca^{2+} (15.4-44.7 ppm)과 Mg^{2+} (4.13-8.96 ppm)의 수준을 확인하였으며 미량원소 분석으로 땀 중 Rb(132-824 ppb), Zn(90-1846 ppb), Cu(17-415 ppb)를 비롯한 수종의 미량원소의 분포를 확인하고 특히 중금속인 Pb(1.10-439.14 ppb), Cd(0.17-8.47 ppb), Ni(5-303 ppb)의 개체별 다양한 분포를 확인한 바 있어 범죄수사의 좋은 단서로서의 개인식별 가능성을 인지하였다.¹⁰ 또한 이러한 땀의 성분분석은 잠재지문 현출제 개발의 기초자료를 제시하여 Cl^- 이온과 강력한 ligand를 형성하는 형광성 나노입자체(Europium)와 양친성 TOPO-coated CdSe/ZnS Quantum Dot을 합성하여 잠재지문 현출에 큰 유용성을 확인하였으며 현재 감도개선과 공정확립에 주력하고 있다.^{11,12}

본 연구에서는 땀 중 지방산에 대한 분석을 시도하여 한국인의 땀 중 지방산 조성 및 분포정도를 확인하여 추적수사의 자료제시와 대상물질에 따른 잠재지문의 현출방법 및 새로운 현출기법의 연구에 기초자료로 활용하기 위하여 시도하였다.

2. 실험

2.1. 시료채취

땀 시료는 땀 수거 전 샤워를 하고 제공자(5명)가 운동을 하여 흐르는 얼굴과 허리위의 상반신 부위의 땀을 멸균된 falcon tube에 수거한 후 분석실험 전까지 냉동보관 하였으며 땀 분비에 영향을 줄 수 있는 요인 즉 연령, 인종, 식습관, 사용한 화장품, 질병 등에 대한 정보를 수집하였다. 땀 시료 제공자에 대한 자세한 사항은 Table 1과 같다.

Table 1. Identification of sweat donors.

Donor	1	2	3	4	5
Age	32	29	29	50	50
Racial Origin.	Asian	Asian	Asian	Asian	Asian
Sexuality	male	male	male	male	male
Occupation	Student	Student	Student	Public servant	Police
Smoking	no	no	yes	no	no
Medication	no	no	no	no	no
Illness	no	no	no	no	no
Diet	Mixed	Mixed	Mixed	Mixed	Mixed
Cosmetics	None	None	None	None	None

2.2. 시약

땀 중 지질의 추출에 사용된 용매와 GC 분석 용매인 dichloromethane, BF₃-methanol (Trifluoroborane-methanol), isooctane과 지방산 표준물질인 methylester 37종은 Supelco(USA) 사로부터 구입하여 사용하였다.

2.3. 지방산 표준물질

Supelco사 (USA)의 지방산 methylester(37종) 혼합 표준물 0.1 g을 isooctane에 용해시켜 100 mg/mL가 되도록 제조하여 standard peak를 얻었으며 지방산 methylester 표준품은 다음과 같다.

C4:0 (butyric acid), C6:0 (caproic acid), C8:0 (caprylic acid), C10:0 (capric acid), C11:0 (undecanoic acid), C12:0 (lauric acid), C13:0 (tridecanoic acid), C14:0 (myristic acid), C15:0 (pentadecanoic acid), C16:0 (palmitic acid), C17:0 (heptadecanoic acid), C18:0 (stearic acid), C20:0 (arachidic acid), C21:0 (heneicosanoic acid), C22:0 (behenic acid), C23:0 (tricosanoic acid), C24:0 (lignoceric acid)의 포화지방산 형태와 C14:1 (myristoleic acid), C15:1 (cis-10-pentadecanoic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C17:1 (cis-10-heptadecanoic acid), C18:1n9t (elaidic acid), C18:1n9c (oleic

acid), C20:1 (eicosenoic acid), C22:1n9 (erucic acid), C24:1 (nervonic acid)의 단일불포화지방산형태 그리고 C18:2n6t (linolelaidic acid), C18:2n6c (linoleic acid), C18:3n6 (γ -linolenic acid), C18:3n3 (linolenic acid), C20:2 (eicosadienoic acid), C20:3n6 (eicosatrienoic acid), C20:3n3 (eicosatrienoic acid), C20:4n6 (arachidonic acid), C22:2 (docosadienoic acid), C20:5n3 (eicosapentaenoic acid), C22:6n3 (docosahexaenoic acid)의 다가불포화지방산 형태를 사용하였다.

2.4. 지방산 전처리방법

시료에 동량의 dichloromethane을 가하여 2분간 교반시킨 후 실온에서 층을 분리시키고 dichloromethane을 glass tube(3.0 cm × 10 cm)로 옮긴 다음 40°C 이하에서 농축하였다. 농축된 지방의 가수분해를 위하여 0.5N methanol-NaOH 1.5 mL를 첨가하고 질소를 주입한 즉시 봉합한 채 혼합하였다. 100°C의 heating block에서 5분간 가온한 후 30-40°C로 냉각시켰다. 지방의 유도체화를 위해 14% BF₃-methanol 용액 2 mL를 가하고 질소를 주입 후 봉합한 채 혼합하고 100°C에서 30분간 가온한다. 30-40°C로 냉각하여 isooctane 층을 질소로 농축시켜 분석하였다.

Table 2. Analytical conditions of GC/FID for determination of fatty acids in sweat.

	Parameters	Conditions
GC	Instrument	Agilent 6890
	Column	SP-2560 (100 m × 0.25 mm × 0.2 μ m)
	Injection mode	split ratio 10:1
	Oven Temp.	140°C (2 min)-3°C/min-240°C(20 min)
	Carrier gas & Flow rate	He, 2.0 mL/min (constant flow)
Detector	Instrument	Flame ionization detector(FID)
	Inlet and Detector Temp.	250°C, 280°C

2.5. 분석조건

GC-FID는 Agilent사의 제품으로 column은 SP-2560(100 m × 0.25 mm × 0.2 μm), 주입부 온도는 250°C, column 오븐온도는 2분 동안 140°C, 이후 분당 3°C로 승온하여 240°C에서 20분 유지시켰으며, 운반기체 및 유량은 He으로 2.0 mL/min로 일정하게 유지하였다. 검출기는 flame ionization detector(FID)로 280°C에서 검출하였다(Table 2).

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 GC-FID를 이용한 지방산 표준물질과 땀 시료의 지방산 검출 chromatogram이다. 각 지방산의 머무름시간은 Table 3에 나타내었다.

Table 4는 땀 시료 중 검출된 지방산의 피크 면적범위와 전체 지방산중 차지하는 백분비율(%)을 나타낸 표이다.

3-1. 땀으로 배출되는 지방산 조성은 다음과 같다. 지방산 C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C21:0, C22:0, C24:0의 포화지방산 형태와 C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1, C18:1n9t, C18:1n9c, C20:1, C22:1n9, C24:1의 단일불포화지방산 형태 그리고 C18:2n6t, C18:2n6c, C18:3n6, C20:3n6, C20:4n6, C22:2, C20:5n3, C22:6n3의 다가불포화지방산 형태 등 총 28종이 검출되었으며 조성비의 순위와 수준차이는 있으나 주로 palmitic acid인 C16:0이 22.45%를 차지하여 가장 높은 조성

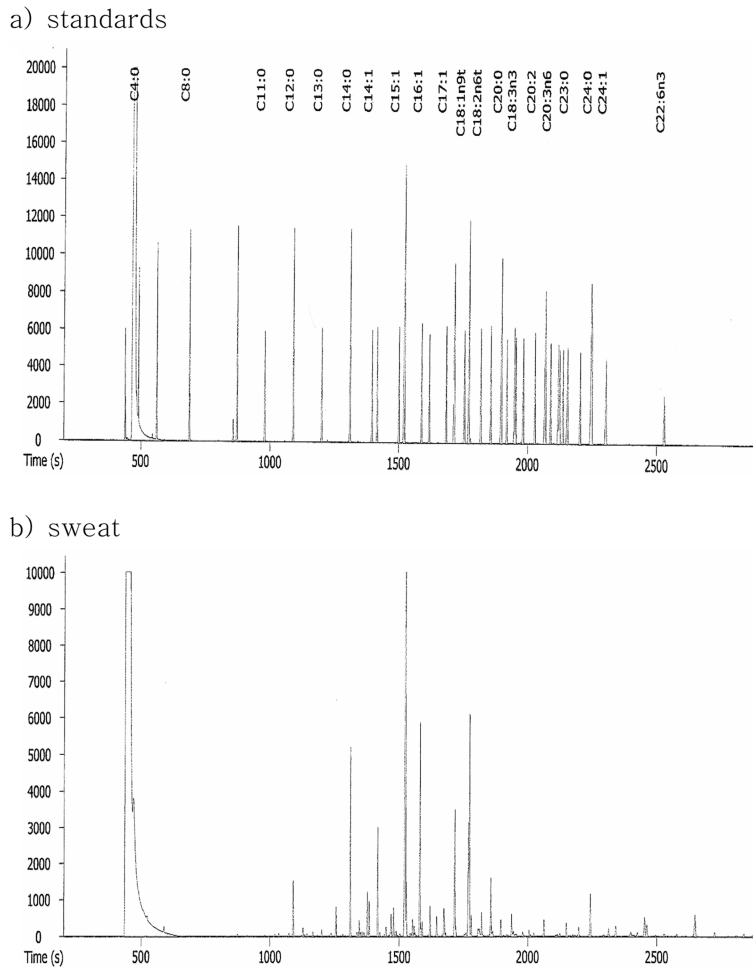


Fig. 1. GC-FID chromatogram of fatty acid standards(a) and fatty acid in sweat(b).

Table 3. Retention time(RT) of standard fatty acids.

Fatty acids	RT(s)	Fatty acids	RT(s)
C4:0	489.66	C18:2n6t	1819.70
C6:0	561.50	C18:2n6c	1857.56
C8:0	688.54	C20:0	1898.92
C10:0	873.22	C18:3n6	1919.54
C11:0	979.24	C20:1	1949.10
C12:0	1084.94	C18:3n3	1954.16
C13:0	1200.46	C21:0	1983.66
C14:0	1310.86	C20:2	2028.96
C14:1	1396.34	C22:0	2068.96
C15:0	1416.82	C20:3n6	2088.96
C15:1	1501.10	C22:1n9	2119.04
C16:0	1522.14	C20:3n3	2124.20
C16:1	1522.14	C20:4n6	2137.52
C17:0	1619.92	C23:0	2154.48
C17:1	1686.18	C22:2	2203.38
C18:0	1717.38	C24:0/C20:5n3	2245.82
C18:1n9t	1755.82	C24:1	2304.56
C18:1n9c	1773.4	C22:6n3	2529.64

비를 차지하였으며 palmitoleic acid인 C16:1가 0-30%, oleic acid인 C18:1n9c가 8-25%, myristic acid인 C14:0가 8-10%를 차지하고 stearic acid인 C18:0이 3-11%, lignoceric acid, eicosapentaenoic acid인 C24:0/C20:5n3이 1.8-5.4%를 차지하였으며 linoleic acid인 C18:2n6c가 1.4-4.8%, linolelaidic acid인 C18:2n6t가 1.0-3.3%로 검출됨을 확인하였다(Fig. 2).

3-2. 총지방산의 검출함량으로 볼 때 연령이 20대-30대인 1, 2, 3번 시료가 56%-72%를 차지하는데 비해 50대인 4, 5번 시료의 경우 땀 중 총지방산의 함량이 32%-45%로 함량비의 감소가 확인되어 연령의 증가에 따른 땀 중 지방산 배출 감소를 확인할 수 있었다. 감소된 총지방산은 포화지방산과 단일불포화지방산의 배출감소에 의한 것임을 확인할 수 있었다(Fig. 3).

3-3. 땀 중 확인된 포화지방산과 불포화지방산 함량의 개인별 백분율 비에 있어서 포화지방산이 48-73%, 단일불포화지방산이 18-47% 그리고 다가 불포화지방산의 경우 4-10%를 차지하였으며 연령을 불문하고 개인이 배출하는 총지방산 중 포화지방산이 차

지하는 비율은 20-30대와 50대가 48-71%, 48-72%로 유사하였으며 단일불포화지방산의 경우 20-30대 연령이 23-47%를 보이고 50대 연령이 18-44%, 다가불포화지방산의 비율에 있어서는 4-5%와 9-10%를 보여 50대 연령의 땀 중 다가불포화지방산의 조성비가 20-30대 연령의 조성비에 비해 2배 이상 증가하는 것을 알 수 있었다.

포화지방산과 불포화지방산의 개인별 비율에 있어서는 1번과 5번의 제공자의 경우 포화지방산이 70%이상을 차지하면서 불포화지방산과의 비율에 있어서는 2.4-2.6:1의 ratio를 나타내었고 2, 3, 4번 시료의 경우 포화지방산이 48-56%를 차지하면서 불포화지방산과의 비율에 있어서 0.9-1.3:1의 ratio를 볼 수 있어서 지방산의 형태별 개인 분포의 차이를 확인할 수 있었으며, 2, 3번 시료의 경우 다른 제공자에 비해 다가불포화지방산의 함량비가 2배 가량 감소함을 알 수 있었다.

3-4. Table 5는 시료제공자 5인의 아미노산의 분석치이다.¹⁰ 땀으로 배출되는 아미노산으로는 serine(0-31.9 $\mu\text{L/mL}$), glycine(0-18.9 $\mu\text{L/mL}$), threonine(0-26.2 $\mu\text{L/mL}$)의 농도가 높았으며 개인별 아미노산 총함량에는 많은 차이를 나타내어 2, 3번 시료의 경우 다른 제공자에 비해 10배 이상 높고 검출된 아미노산 종류에 있어서도 다른 제공자에 비해 methionine(0-0.3 $\mu\text{L/mL}$), lysine(2.8-4.1 $\mu\text{L/mL}$), phenylalanine(1.1-3.7 $\mu\text{L/mL}$) 등 다양하게 검출되었다. 특히 DNA의 purine, pyrimidine 신진대사에 크게 관여하고 단백질 식품에 다량 존재하는 serine, glycine, threonine의 함량이 높아 평소 식습관(다량의 단백질 섭취)에 따른 아미노산의 체내 교체율의 증가를 예상할 수 있는 결과를 보여주었다.

3-5. 연령에 따른 차이도 보여 50대 연령인 4, 5번 시료의 경우 땀으로의 아미노산의 배출이 20-30대 연령인 2, 3번 시료에 비해 현저히 낮거나 전혀 배출되지 않는 제공자도 있었다. 그러나 30대 연령인 1번 시료인 경우 평소 단백질 섭취율이 낮은 식습관으로 인한 땀으로의 아미노산 배출의 감소를 확인하여 땀으로 배출되는 아미노산의 경우 연령에 따른 감소와 함께 평소 단백질 섭취등의 식습관에 크게 영향을 받는 것을 알 수 있는 결과이었다.

Table 4. The identified fatty acids composition of sweat by GC/FID

Fatty acids	1	2	3	4	5	peak area range	%
C10:0			0.25			0.00-0.25	0.0-0.4
C11:0		0.06				0.00-0.06	0.0-0.1
C12:0	0.28	0.46	3.40	0.44	0.76	0.28-3.40	0.4-2.0
C13:0	0.26	0.33	0.34	0.28		0.26-0.34	0.0-0.6
C14:0	6.22	4.25	4.95	4.35	2.58	2.58-6.22	8.0-10.0
C14:1				2.50		0.00-2.50	0.0-5.5
C15:0	3.52	3.94	2.32	2.63	1.33	1.33-3.94	0.0-4.0
C15:1				1.73		0.00-1.73	0.0-3.8
C16:0	32.44	15.26	15.15	9.91	11.78	9.91-32.44	22.0-45.0
C16:1	7.19	20.13	15.74	0.87		0.00-20.13	0.0-30.0
C17:0	1.06	1.36	0.71	0.80		0.00-1.36	0.0-2.0
C17:1	1.33	2.88		2.80		0.00-2.88	0.0-6.2
C18:0	4.50	3.62	2.81	1.54	3.57	1.54-4.50	3.0-11.0
C18:1n9t	0.20	0.18		0.15		0.15-0.20	0.0-0.3
C18:1n9c	7.82	7.63	6.53	11.24	2.57	2.57-11.24	8.0-25.0
C18:2n6t	0.75	1.27	1.03	1.52	0.82	0.75-1.52	1.0-3.3
C18:2n6c	2.00	0.95	1.33	0.80	1.56	0.80-2.00	1.4-4.8
C20:0	0.57	0.61	0.51	0.42	1.16	0.42-1.16	0.8-3.6
C18:3n6		0.12		0.07		0.00-0.12	0.0-0.2
C20:1		0.33		0.41		0.00-0.41	0.0-0.9
C21:0	0.21					0.00-0.21	0.0-0.3
C22:0		0.47	0.28	0.30	0.32	0.00-0.47	0.0-1.0
C22:1n9	0.60					0.00-0.60	0.0-0.8
C20:4n6	0.52	0.40		0.57		0.00-0.57	0.0-1.3
C22:2	0.39	0.34		0.45		0.00-0.45	0.0-1.0
C24:0/C20:5n3	1.89	1.79	1.03	0.99	1.91	0.99-1.91	1.8-5.4
C24:1				0.20	3.12	0.00-3.12	0.0-9.6
C22:6n3		0.22		0.47	0.87	0.00-0.87	0.3-2.7
SAFA	50.95 (70.80%)	32.33 (48.41%)	31.75 (56.31%)	21.66 (47.66%)	23.41 (72.36%)	21.66-50.95	48.41-72.36%
MUFA	17.14 (23.80%)	31.15 (46.64%)	22.27 (39.49%)	19.9 (43.79%)	5.69 (17.59%)	5.69-31.15	17.59-46.64%
PUFA	3.85 (5.35%)	3.30 (4.94%)	2.36 (4.19%)	3.88 (8.54%)	3.25 (10.05%)	2.36-3.88	4.19-10.05%
Total(%)	71.94 (100%)	66.78 (100%)	56.38 (100%)	45.44 (100%)	32.35 (100%)	32.35-71.94	100%

SAFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids

4. 결 론

본 실험은 한국인의 땀으로 배출되는 지방산 및 아미노산의 조성과 그 수준을 파악하여 28종의 지방산을 확인하였고 주로 palmitic acid인 C16:0이 22-45%, palmitoleic acid인 C16:1가 0-30%, oleic acid인 C18:1n9c가 8-25%, Myristic acid인 C14:0가 8-10%를 차지하고 stearic acid인 C18:0이 3-11%, lignoceric acid, eicosapentaenoic acid인 C24:0/C20:5n3이 1.8-

5.4%, linoleic acid인 C18:2n6c가 1.4-4.8%, linolelaidic acid인 C18:2n6t가 1.0-3.3%의 조성비를 확인하였고 총지방산의 함량에 있어서 20-30대가 56.4-72.0%, 50대 연령의 제공자의 경우 32.4-45.4%로 연령증가에 따른 배출감소를 확인할 수 있었다. 또한 아미노산의 경우 주로 serine(0-31.9 μL/mL), glycine(0-18.9 μL/mL), threonine(0-26.2 μL/mL)이 땀으로 배출되는 것을 확인하였고 개체별 조성도와 수준이 매우 다양함을 확인할 수 있었으며 특히 연령증가에 따른 아미노산 배출

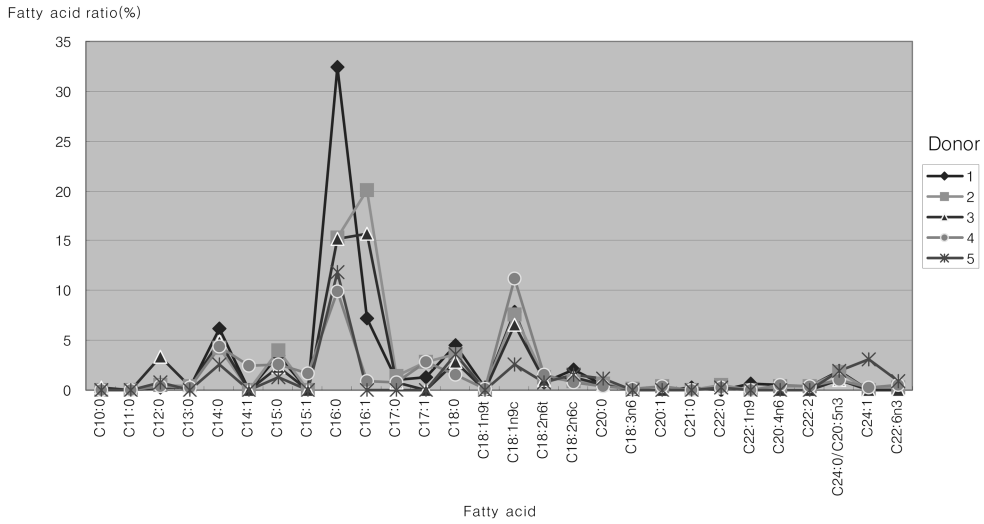


Fig 2. Composition of identified fatty acid on sweat by GC/FID.

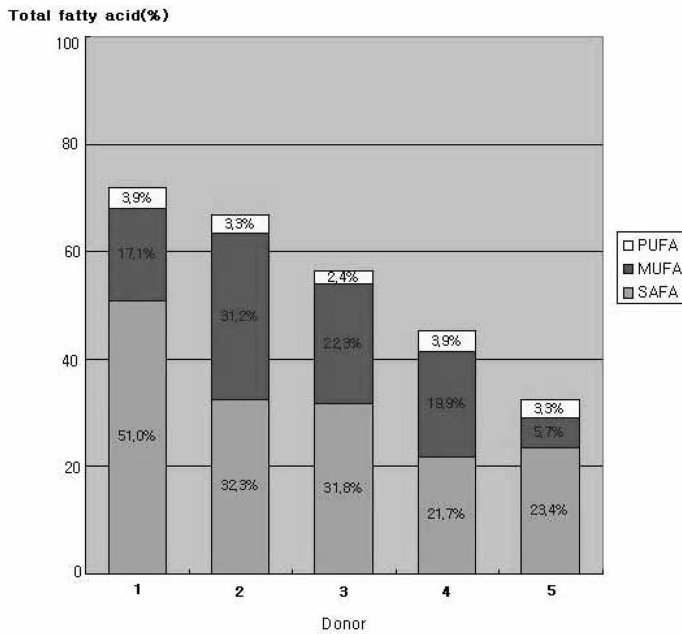


Fig. 3. Constitution of identified fatty acids on sweat.

SAFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids

감소와 함께 단백질 섭취 등의 식습관에 따른 영향도 예상할 수 있는 결과이어서 계속된 연구의 필요성을 인지하였다. 본 실험을 통하여 땀으로 배출되는 지방산의 종류와 함량을 확인하였으며 개체별 특이적인 지방산과 아미노산의 종류 및 수준을 파악할 수 있어

서 개인식별 자료로서의 활용가능성이 기대되었으며 또한 현장감식에 있어서 땀과 잠재지문을 비롯한 인체분비물을 보다 효과적으로 감식할 수 있는 감식제의 개발 및 감식방법 구축을 위한 자료로의 활용이 기대된다.

Table 5. Concentration of amino acids in sweat

Amino acids ($\mu\text{L}/\text{mL}$)	1	2	3	4	5	range
Aspartic acid	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0 - 4.5
Serine	0.0	14.9	31.9	0.0	0.0	0 - 31.9
Glutamic acid	0.0	3.7	0.0	5.9	0.0	0 - 5.9
Glycine	0.0	6.3	19.0	4.7	0.0	0 - 19.0
Histidine	3.5	8.7	1.9	0.6	0.0	0 - 8.7
Arginine	0.5	4.1	0.4	2.0	0.3	0.3- 4.1
Threonine	1.3	5.0	26.2	1.5	0.0	0 - 26.2
Alanine	0.0	4.5	7.7	4.9	0.0	0 - 7.7
Proline	0.0	1.2	0.0	1.1	0.0	0 - 1.2
Tyrosine	0.8	3.3	2.7	1.8	0.0	0 - 3.3
Valine	2.7	2.7	5.8	5.1	0.0	0 - 5.8
Methionine	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0 - 0.3
Lysine	0.0	2.8	4.1	0.0	0.0	0 - 4.1
Isoleucine	0.7	1.8	0.3	1.3	0.0	0 - 1.8
Leucine	1.1	4.2	0.8	4.0	0.0	0 - 4.2
Phenylalanine	0.0	3.7	1.1	1.1	0.0	0 - 3.7

감사의 글

본 연구는 2006년도 충남대학교 학술연구비의 지원에 의해 연구되었습니다.

참고문헌

- Hirokawa, T., Okamoto, H., Gosyo, Y., Tsuda, T., Timberbaev, A.R., *Analytica chimica Acta*, **581**, 83-88 (2007).
- Leite, M. F., Nathanson, M. H., *J. hepatology*, **37**, 705-707 (2002).
- P. Mehnert, P. Brode and B. Griefahn, *International J. Industrial Ergonomics*, **29**, 343-351 (2002).
- J. Malchaire, B. Kampmann, G. Havenith, P. Mehner-tend, H. Gebhardt, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **73**, 215-220 (2000).
- Weber, J., Kumar, A., Kumar, A., Bhansali, S., *Sensors and actuators. B*, **117**, 308-313 (2006).
- D. Thieme, P. Anielski, J. Grosse, H. Sachs and R. K. Mueller, *Analytica chimica Acta*, **483**, 299-306 (2003).
- T. Verde, R. P. Corey and R. Moore, *J. Appl. physiol*, **53**, 1540-1545 (1982).
- M. Stoilovic, H. J. Kobus, P. A. Margot, R. N. Warre-ner, *J. Forensic Sci.*, **31**, 432-445(1986).
- J. S. Yadav, B. V. Subba Reddy, U. V. Subba Reddy and A. D. Krishna, *Tetrahedron Letters*, **48**, 5243-5246 (2007).
- M. J. Choi, Y. S. Sun, C. S. Kim, M. S. Choi, N. D. Sung and S. W. Park, *Anal. Sci & Tech.*, **20**, 147-154 (2007).
- S. G. Kim, S. C. Jang, Y. G. Cho, T. Y. Hwang, S. W. Park and N.-D. Sung, *Anal. Sci & Tech.*, **20**, 339-346 (2007).
- Y. K. Lee, S. M. Hong, J. S. Kim, J. H. Im, H. S. Min, Elango Subramanyam, K. M. Huh and S. W. Park, *Macromolecular Research*, **15**, 330-336 (2007).